



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
F 01 L 1/344

87 EP 0 654 588 B 1

10 DE 694 11 126 T 2

21 Deutsches Aktenzeichen: 694 11 126.0  
66 Europäisches Aktenzeichen: 94 118 226.3  
86 Europäischer Anmeldetag: 18. 11. 94  
87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 24. 5. 95  
87 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 17. 6. 98  
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 15. 10. 98

30 Unionspriorität:

29885/94	28. 02. 94	JP
288563/93	18. 11. 93	JP
29886/94	28. 02. 94	JP
29887/94	28. 02. 94	JP
29888/94	28. 02. 94	JP
29889/94	28. 02. 94	JP
29890/94	28. 02. 94	JP
29911/94	28. 02. 94	JP

73 Patentinhaber:

Unisia Jecs Corp., Atsugi, Kanagawa, JP

74 Vertreter:

Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
Anwaltssozietät, 80538 München

84 Benannte Vertragsstaaten:

DE

72 Erfinder:

Kondoh, Takehisa, Unisia Jecs Corporation, Atsugi City, Kanagawa Pref., JP; Akasaka, Akio, Unisia Jecs Corporation, Atsugi City, Kanagawa Pref., JP; Suga, Seiji, Unisia Jecs Corporation, Atsugi City, Kanagawa Pref., JP; Egashira, Noboru, Unisia Jecs Corporation, Atsugi City, Kanagawa Pref., JP; Imai, Hiroaki, Unisia Jecs Corporation, Atsugi City, Kanagawa Pref., JP

54 Vorrichtung zur Veränderung der Nockensteuerung einer Brennkraftmaschine

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II 5 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 694 11 126 T 2

DE 694 11 126 T 2

18.05.98

- 1 -

94-118 226.3-2301

Unisia Jecs Corporation

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung für eine Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die JP 3-53447 B2 offenbart eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung für eine winkelmäßige Einstelleinrichtung einer Nockenwelle in Bezug auf ein Antriebsrad. Mittels dieser variablen Nockenphasenlagestelleinrichtung wird die winkelmäßige Einstellung durch einen ringförmigen Kolben bewirkt. Der ringförmige Kolben besitzt innere und äußere Keilwellennuten mit sich variierender Führung. Der ringförmige Kolben ist gleitbar in einem hydraulischen Zylinder befestigt und definiert in dem hydraulischen Zylinder eine Fluidkammer. Der Kolben wird durch eine Rückstellfeder vorgespannt. Der ringförmige Kolben ist axial bewegbar. Diese Bewegung des ringförmigen Kolbens in dem Zylinder bewirkt, daß die antreibenden und angetriebenen Teile einer relativen, winkelmäßigen Verschiebung in einer Richtung entsprechend der Bewegungsrichtung des ringförmigen Kolbens unterliegen. Die Nockenphasenlagestelleinrichtung umfaßt weiterhin ein Ventilteil zum unter Druck setzen der Fluidkammer für eine Verschiebung des ringförmigen Kolbens in einer Richtung gegen die Rückstellfeder oder zum Entlasten der Fluidkammer, um der Rückstellfeder zu ermöglichen, den ringförmigen Kolben in der entgegengesetzten Richtung zu verschieben und dadurch die relative, winkelmäßige Position der treibenden und getriebenen Teile zu steuern. Der ringförmige Kolben wird der Vorspannung der Rückstellfeder über eine Steuerhülse unterworfen, so daß die Steuerhülse der axialen Bewegung des ringförmigen Kolbens folgt. Die Steuerhülse besitzt eine axiale Bohrung, die einen Einlaß oder einen Auslaß, immer zu der Fluidkammer hin offen, bildet. Die Steuerhülse besitzt eine innere, periphere Wand, die mit einer umfangsmäßigen Nut ausgebildet ist, die mit der axialen Bohrung kommuniziert. Die innere, periphere Wand der Steuerhülse definiert einen Raum, der mit einer Drainage kommuniziert. Das angetriebene Teil besitzt eine innere, umfangsmäßige Übertragungsnut und Bohrungen, die die Übertragungsnut mit einer Fluiddruckquelle verbinden. Die

Übertragungsnut ist weit genug, um eine Fluidströmungsverbindung mit einer radialen Bohrung aufrechtzuerhalten, die sich durch die Steuerhülse hindurch erstreckt, und zwar während einer axialen Bewegung des ringförmigen Kolbens. Diese radiale Bohrung endet in einer Öffnung, nämlich einer Versorgungsöffnung, mit der die innere, periphere Wand der Steuerhülse ausgebildet ist. Die Ventileinrichtung umfaßt eine Spule, die gleitbar in der Steuerhülse befestigt ist. Die Spule besitzt eine umfangsmäßige Nut angrenzend an einen Steg. Die umfangsmäßige Nut der Spule wird in Kommunikation mit der Zuführöffnung gehalten, um einen Fluiddruck aufzunehmen, während der Steg die innere, umfangsmäßige Nut der Steuerhülse abdeckt. Ein Verschieben der Spule in einer Richtung bewirkt, daß der Steg die innere, umfangsmäßige Nut der Steuerhülse freilegt, um mit der Zuführöffnung der Steuerhülse über die umfangsmäßige Nut der Spule zu kommunizieren, was die Fluidkammer unter Druck setzt und dadurch den ringförmigen Kolben und die Steuerhülse gegen die Rückstellfeder verschiebt. Diese Verschiebung fährt fort, bis die innere, umfangsmäßige Nut der Steuerhülse durch die Zunge der Spule erneut abgedeckt wird. Darauffolgend bewirkt ein Verschieben der Spule in der entgegengesetzten Richtung, daß die Zunge die innere, umfangsmäßige Nut freilegt, um mit dem Entwässerungsraum zu kommunizieren, was die Fluidkammer von dem Druck entlastet und dadurch der Rückstellfeder ermöglicht, den ringförmigen Kolben und die Steuerhülse in der entgegengesetzten Richtung zu verschieben, bis die innere Umfangsnut der Steuerhülse erneut abgedeckt wird. Auf diese Art und Weise kann der ringförmige Kolben irgendeine Position entsprechend einer Position, die durch die Spule angenommen wird, annehmen.

Die EP 0 491 410 A 1 offenbart eine Ventilsteuervorrichtung mit einer variablen Nockenphasenlagestelleinrichtung, um drei unterschiedliche, winkelmäßige Einstellungen zwischen der Nockenwelle und dem dazu in Bezug stehenden Antrieb zu schaffen. Dieser Antrieb ist an einem Gehäuse der variablen Nockenphasenlagestelleinrichtung befestigt und eine zylindrisch geformte Nabe ist an der Nockenwelle befestigt. Ein ringförmiger Tauchkolben dieses Gehäuses und ein zylindrischer Bereich dieser Nabe bilden eine Druckkammer. Der ringförmige Tauchkolben ist axial bewegbar und besitzt eine Spiralverzahnungseinrichtung in Eingriff mit einer komplementären Verzahnungseinrichtung des Gehäuses und der Nabe. Deshalb werden die Nabe und die Nockenwelle, daran befestigt, winkelmäßig relativ zu dem Gehäuse, und der Antrieb, der daran befestigt ist,

in Bezug auf die axiale Bewegung dieses Tauchkolbens verschoben. Die Druckkammer, die vorstehend erwähnt ist, ist mit einer Druckölversorgungseinrichtung über eine Einlaßöffnung verbunden. Wenn unter Druck gesetztes Öl zu der Druckkammer zugeführt wird, wird der Tauchkolben in der axialen Richtung zu einer Schraubenfeder hin angeordnet, die zwischen dem Tauchkolben und der Nabe befestigt ist. Der Tauchkolben bewegt sich axial gemäß einer Federkraft und dem Öldruck von einer ersten Endposition zu einer Zwischenposition oder einer zweiten Endposition. Die Druckkammer besitzt eine Auslaßöffnung zum Entlasten des Drucks der Kammer. Der Auslaß wird durch den Tauchkolben in der ersten Endposition davon abgedeckt. In der Zwischen- und zweiten Endposition des Tauchkolbens wird die Auslaßöffnung auf der ersten Seite davon, die zu der Druckkammer hin gerichtet ist, geöffnet. Die Nockenphasenlageeinstellvorrichtung weist weiterhin eine Ventileinrichtung auf, um die Ölströmung durch die Auslaßöffnung gemäß dem Öldruckventil, das vorstehend erwähnt ist, zu steuern. Diese Ventileinrichtung ermöglicht ein Entlasten der Druckkammer bei niedrigem und mittlerem Öldruck und deckt die Auslaßöffnung bei einem hohen Öldruckwert ab. Diese Ventileinrichtung weist ein axial bewegbares, zylindrisch geformtes Teil auf, das durch eine Feder zu dem Öldruck, der vorstehend erwähnt ist, angeordnet ist. Dieses Teil besitzt einen Steuerbereich, der die Auslaßöffnung gemäß der axialen Bewegung des Teils öffnet oder schließt.

Demgemäß ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung, wie sie vorstehend angegeben ist, zu schaffen, die eine höhere Leistung besitzt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Mehrzahl von Auslässen vorgesehen ist, zur Entlastung des Zylinders, wobei diese Mehrzahl von Auslässen beinhaltet einen ersten Auslaß, der immer zur Fluidkammer geöffnet ist, wobei in der ersten Endstellung der Ventileinrichtung der erste Auslaß entlastet ist zur Druckentlastung der Fluidkammer, und der Kolben in seiner einen Extremposition die Strömungsverbindung zwischen der Fluidkammer und dem zweiten Auslaß blockiert, und in der zweiten Endstellung der Ventileinrichtung in seiner gegenüberliegenden Extremposition die Strömungsverbindung zwischen der Fluidkammer und dem zweiten Auslaß öffnet, wobei die Ventileinrichtung eine Zwischenposition aufweist, in der der

erste Auslaß geschlossen ist und der zweite Auslaß entlastet ist, wobei eine Bewegung der Ventileinrichtung aus ihrer ersten Endstellung in ihre Zwischenstellung die Fluidkammer unter Druck setzt, wodurch der Kolben entgegen der Rückstellfeder verlagert wird, bis der Kolben die Abgabe von Hydraulikfluid aus der Fluidkammer durch einen zweiten Auslaß reguliert, um einen Gleichgewichtszustand herzustellen, in dem der Druck innerhalb der Fluidkammer mit demjenigen der Rückstellfeder ausgeglichen ist, wobei eine Bewegung der Ventileinrichtung aus ihrer zweiten Endstellung in ihre Zwischenstellung den Druck in der Fluidkammer reduziert und der Rückstellfeder erlaubt, den Kolben zu verlagern, bis der Kolben die Abgabe von Hydraulikfluid aus der Fluidkammer durch den zweiten Auslaß reguliert, um den Gleichgewichtszustand einzurichten.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den weiteren, abhängigen Ansprüchen angegeben.

Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung in größerem Detail anhand bevorzugter Ausführungsformen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen dargestellt und erläutert, wobei:

Figur 1 zeigt einen Längsschnitt einer ersten Ausführungsform einer variablen Nockenphasenlagestelleinrichtung, wobei die variable Nockenphasenlagestelleinrichtung ein Ventil in einer ersten Endposition davon besitzt;

Figur 2 zeigt einen axialen Endaufriß einer Welle, die dazu angepaßt ist, an einer Nockenwelle für eine einheitliche Rotation zusammen damit gesichert zu werden;

Figur 3 zeigt einen axialen Endaufriß einer Buchse, die dazu angepaßt ist, an der Nockenwelle zusammen mit der Welle der Figur 2 für eine einheitliche Drehung damit gesichert zu werden;

Figur 4 zeigt einen axialen Endaufriß eines Kolbens;

Figur 5 zeigt einen Schnitt, der entlang der Linie A-A der Figur 4 vorgenommen ist;

Figur 6 zeigt eine vergrößerte Teilansicht, die einen Bereich der Bodenhälfte der Figur 1 darstellt;

Figur 7 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die eine Position von Teilen darstellt, wenn sich das Ventil in einer ersten Zwischenposition befindet;

Figur 8 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die eine Position von Teilen darstellt, wenn sich das Ventil in einer zweiten Zwischenposition davon befindet;

Figur 9 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die eine Position von Teilen darstellt, wenn sich das Ventil in einer dritten Zwischenposition davon befindet;

Figur 10 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die eine Position von Teilen darstellt, wenn sich das Ventil in einer zweiten Endposition davon befindet;

Figur 11 zeigt einen axialen Schnitt einer alternativen Form der Welle, die in Figur 1 verwendet ist;

Figur 12 zeigt eine Teilansicht der Figur 1, die einen modifizierten, ringförmigen Kolben darstellt;

Figur 13 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 5, die den modifizierten Kolben darstellt;

Figur 14 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 12, die eine alternative Modifikation eines ringförmigen Kolbens darstellt;

Figur 15 zeigt eine Teilansicht der Figur 1, die ein modifiziertes, inneres Gleitelement darstellt;

Figur 16 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 15, die eine alternative Modifikation eines inneren Gleitelements darstellt;

Figur 17 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 15, die eine noch andere Alternative eines inneren Gleitelements darstellt;

Figur 18 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die das Detail einer Ölzufuhr darstellt;

Figur 19 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 18, die eine Modifikation einer Ölzufuhr darstellt;

Figur 20 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die eine zweite Ausführungsform darstellt;

Figur 21 zeigt eine ähnliche Ansicht zu Figur 1, die eine dritte Ausführungsform darstellt;

Figur 22 zeigt einen Schnitt, der durch die Linie A-A der Figur 21 vorgenommen ist;

Figur 23 zeigt einen Schnitt, der durch die Linie B-B der Figur 22 vorgenommen ist;

Figur 24 zeigt einen Schnitt, der durch die Linie C-C der Figur 22 vorgenommen ist;

Figur 25 zeigt einen Längsschnitt einer zylindrischen Buchse;

Figur 26 zeigt eine Endansicht einer Flanschwelle; und

Figuren 27, 28, 29 und 30 zeigen Ansichten entsprechend der Figuren 7, 8, 9 und 10 jeweils.

Wie die Figur 1 zeigt, bezeichnet das Bezugszeichen 10 allgemein eine Brennkraftmaschine eines Typs, der eine Nockenwelle 12 besitzt, die durch eine Kurbelwelle, die nicht dargestellt ist, angetrieben wird. Die Nockenwelle 12, die in angedeuteter Linie dargestellt ist, trägt eine Mehrzahl von Nocken (nicht dargestellt) zum Betätigen von Zylinderventilen (nicht dargestellt) der Maschine in einer bekannten Art und Weise. In dieser Ausführungsform sind die Zylinderventile Einlaßventile, obwohl sie Auslaßventile sein können. Die Nockenwelle 12 wird durch einen Lagerträger, der nicht dargestellt ist, gestützt, der durch den Motorzylinder in einer bekannten Art und Weise getragen wird. Das Bezugszeichen 14 bezeichnet eine Ölpumpe, die direkt durch die Kurbelwelle angetrieben wird. Das Bezugszeichen 16 bezeichnet eine Ölwanne.

An dem vorderen, angetriebenen Ende der Nockenwelle 12 ist eine Phasenlagestelleinrichtung oder eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung (Variable Cam Phaser - VCP) 18 vorhanden, die ein Kettenzahnrad 20 umfaßt. Das Kettenzahnrad 20 weist ein angetriebenes Teil bzw. ein Antriebsteil mit einem peripheren Antriebsbereich auf, d.h. ein Rad 22, das verzahnt ist und antriebsmäßig mit einer Kette, die nicht dargestellt ist, für ein drehbares Antreiben des Kettenrads 20 um eine Achse 24 in Eingriff steht, die koaxial zu der Nockenwelle 12 verläuft. Innerhalb des Rads 22 ist eine sich radial

erstreckende Nabe 26 vorhanden. Die hintere Nabe 26 stößt an ein vorderes Teil 28 der Nockenwelle 12 an. Dieses Teil 28 der Nockenwelle 12 bildet eine Drehlagerwelle und einen zentrierenden Stift für das Rad 22. Ein zylindrischer Körper 30 besitzt an einem hinteren Ende einen Flansch 32, der an der radialen Verlängerung 26 durch eine Vielzahl von Schrauben 34 gesichert ist und sich nach vorne von der sich radial erstreckenden Nabe 26 erstreckt. Der zylindrische Körper 30 besitzt an einem vorderen Ende davon eine Abdeckung 36. Die Abdeckung 36 besitzt eine periphere Kante, die fest durch den zylindrischen Körper 30 zurückgehalten wird. Die Abdeckung 36 besitzt eine zentrale Öffnung 38. Der zylindrische Körper 30 besitzt eine innere, spiralförmige Keilwellenverzahnung 40.

Die VCP 18 umfaßt weiterhin eine Flanschswelle 42 (siehe auch Figur 2), die an einem Ende ein Lager 44 mit reduziertem Durchmesser besitzt, das sich durch die zentrale Öffnung erstreckt und drehbar durch die Abdeckung 36 getragen wird. Die Flanschswelle 42 umfaßt weiterhin eine externe Spiralkelwellenverzahnung 46 angrenzend an das andere Ende. Dieses Ende ist durch eine zentrale Öffnung 48 an dem vorderen Ende der Nockenwelle 12 durch eine Schraube 50 mit einem Schlüsselvorsprung 52 verbunden, der sich von dem vorderen Ende der Nockenwelle 12, aufgenommen in einer Nut 54 der Flanschswelle 42, erstreckt, um eine festgelegte Antriebsbeziehung zwischen der Flanschswelle 42 und der Nockenwelle 12 beizubehalten.

Die zueinanderhingerichteten Keilwellennuten 40 und 46 besitzen entgegengesetzte, und vorzugsweise gleiche, Führungen (oder spiralförmige Winkel), um eine phasenangepasste Wirkung zu erzielen. Zwischen und eingreifend in beide Keilwellennuten 40 und 46 sind zwei axial beabstandete, ringförmige Gleitelemente vorhanden, die, zur Vereinfachung, als ein äußeres Gleitelement 56 und ein inneres Gleitelement 58 bezeichnet werden, wobei das letztere näher zu der sich radial erstreckenden Kettenradnabe 26 liegt. Beide Gleitelemente 56 und 58 besitzen innere und äußere, spiralförmige Keilwellennuten, die antriebsmäßig zu den Keilwellennuten 46 und 40 der Flanschswelle 42 und dem zylindrischen Körper 30 jeweils angepaßt sind.

Die Keilwellennuten sind so fehlausgerichtet, daß dann, wenn die Gleitelemente 56 und 58 nach innen zueinander gedrückt werden, sie in entgegengesetzte Seiten der angepaßten Keilwellennuten 46 und 40 eingreifen und demzufolge die Lose bzw. das Spiel



aufnehmen, das ansonsten beim Übertragen eines Antriebsdrehmoments zwischen dem Kettenrad 20 und der Flanschswelle 42 auftreten würde. Die Gleitelemente 56 und 58 werden gedrückt, d.h. vorgespannt, zueinander durch winkelmäßig beabstandete Stifte 60, die mit Preßsitz in das innere Gleitelement 58 eingepaßt befestigt sind und Köpfe 62 besitzen, die die Federn 64 in Vertiefungen 66 auf der weiten Seite der äußeren Gleitelemente 56 zusammenpressen.

Ein ringförmiger Zylinder 68 ist zwischen dem äußeren, zylindrischen Körper 30 und der Flanschswelle 42 definiert. Der ringförmige Zylinder 68 besitzt ein Ende geschlossen und das entgegengesetzte Ende angrenzend an die Keilwellennuten 46 und 40 angeordnet. Ein ringförmiger Kolben 70 (siehe Figuren 4 und 5) ist gleitbar in dem Zylinder 68 und zwischen der Außenseitenfläche und dem äußeren Gleitelement 56 und der Abdeckung 36 angeordnet. Eine Öldichtung 72 wird in einer umfangsmäßigen Nut 74 des Kolbens 70 (siehe auch Figur 5) aufgenommen. Aufgrund dieser Öldichtung 72 bilden der Kolben 70 zusammen mit den angrenzenden Wänden des zylindrischen Körpers 30 und die Flanschswelle 42 und die angrenzende Wand der Abdeckung 36 eine ringförmige Kammer 76 innerhalb des Zylinders 68. Wie leicht anhand der Figuren 4 und 5 zu sehen ist, besitzt der ringförmige Kolben 70 nahe dem äußeren Umfang davon vier gleichmäßig winkelmäßig beabstandete Sitze 78, die so angepaßt sind, um an die angrenzende Wand der Abdeckung 36 anzuschlagen.

Die Anordnung aus dem ringförmigen Kolben 70 und den Gleitelementen 56, 58 wird in eine Richtung gedrückt, die die ringförmige Kammer 46 komprimiert, und zwar durch eine Schraubenrückstellfeder 80, die sich zwischen einem Ende einer Vertiefung 82 in dem inneren Gleitelement 58 und einer inneren Fläche der sich radial erstreckenden Nabe 26 des Kettenzahnrad erstreckt.

Wie wiederum Figur 1 zeigt, besitzt das innere Gleitelement 58 an einem Ende eine Keilwellennutverzahnung und an dem anderen Ende einen sich radial erstreckenden, umfangsmäßigen Vorsprung 84, der gleitend in die angrenzende, innere Wand des zylindrischen Körpers 30 eingreift. Dieser Vorsprung 84 dient als eine Führung, um eine weiche, axiale Bewegung der Anordnung aus dem Kolben 70 und den Gleitelementen 56, 58 sicherzustellen. Eine weiche, axiale Bewegung des Kolbens der Gleitelementen-Anordnung ist effektiv, um einen Ölleckagepfad durch einen Freiraum zwischen der

äußeren Wand und der Flanschswelle 42 und der inneren, peripheren Wand 86 des ringförmigen Kolbens 70 zu reduzieren. Allerdings existieren Ölleckagepfade durch die Täler bzw. Vertiefungen der Keilwellenverzahnungen der äußeren und der inneren Gleitelemente 56 und 58 und der dazu passenden externen und internen Keilwellennutverzahnungen 46 und 40. Um Öl, das durch die Leckagepfade hindurchgeführt ist, abzugeben, besitzt die sich radial erstreckende Nabe 26 des Kettenrads Entleerungslöcher 88.

Die Flanschswelle 42 besitzt eine Bohrung 90, die eine zylindrische Buchse 92 (siehe auch Figur 3) aufnimmt. Die Hülse 92 besitzt ein Ende geschlossen. Das geschlossene Ende der Hülse 92 ist durch eine zentrale Öffnung 94 mit einer vorderen Fläche der sich radial erstreckenden Nabe 96 der Flanschswelle 42 durch die Schraube 50 verbunden, mit einem Paßstift 98, der in Öffnungen 100 und 102 der Hülse 92 und der Flanschswelle 42 aufgenommen ist, um eine festgelegte Antriebsbeziehung zwischen der Flanschswelle 42 und der Hülse 92 beizubehalten. Die Schraube 50 besitzt einen Kopf 104 und einen Schaft 106, der sich durch eine zentrale Öffnung 108 erstreckt, definiert durch die sich radial erstreckende Nabe 96 der Flanschswelle 42, mit einem ringförmigen Freiraum zwischen dem Schaft 106 und der sich radial erstreckenden Nabe 96. Dieser ringförmige Freiraum ist über einen schematisch dargestellten Durchgangsweg 110 mit einem Ölkorridor 112 verbunden. Wie leicht anhand der Figuren 1 und 3 zu sehen ist, ist die Hülse 92 bei 114 über die gesamte axiale Dimension davon vertieft, um zusammen mit der angrenzenden, zylindrischen Wand der Bohrung 90 einen sich axial erstreckenden Kanal 116 zu bilden. Das geschlossene Ende der Hülse 92 besitzt eine Fläche in festem Eingriff mit der angrenzenden Wand der sich radial erstreckenden Nabe 96 der Flanschswelle 42 und eine radiale Nut 118, die von dieser Fläche aus vertieft ist. Die radiale Nut 118 erstreckt sich von der zentralen Öffnung 94 zu dem vertieften Bereich 114. Ein radialer Durchgangsweg 120 wird durch diese radiale Nut 118 gebildet und verbindet den axialen Durchgangsweg 116 mit dem ringförmigen Freiraum um den Schaft 106 der Schraube 50 herum. Das äußere, offene Ende der zylindrischen Hülse 92 ist drehbar durch einen zentralen Nabenwulst 122 eines Endstopfens 124 getragen, der an der Abdeckung 36 durch Befestigungseinrichtung 126 befestigt ist. Der Endstopfen 124 besitzt eine ringförmige Nut 128, mit der das äußere Ende des axialen Durchgangswegs 116 kommuniziert. Die Abdeckung 36 besitzt eine Bohrung 130, die eine Einlaßöffnung zu

dem ringförmigen Zylinder 68 bildet und die immer zu der ringförmigen Kammer 76 hin offen ist. Diese Bohrung 130 ist zu der ringförmigen Bohrung 128 offen.

Der Endstopfen 124 besitzt Ablauföffnungen 132 zum Entleeren von Öl von einer zylindrischen Bohrung 134, die durch die Hülse 92 festgelegt ist. Ein Ventil in der Form eines Gleitelements 136 ist gleitbar innerhalb der Hülse 92 befestigt und besitzt axiale Durchgangswege 138, um freie Strömungspfade dort hindurch zu ermöglichen. Das Gleitelement 136 ist an einem Stab 140 gesichert, der sich nach vorne und nach außen durch den Endstopfen 124 erstreckt. Das Gleitelement 136 ist in einer Richtung zu dem Endstopfen 124 hin durch eine Rückstellfeder 142 vorgespannt, die sich zwischen dem Gleitelement 136 und einer Vertiefung 144 des Kopfs 104 der Schraube 50 erstreckt. Der Stab 140 ist antriebsmäßig mit einem Aktuator verbunden, der einen Schrittmotor, nicht dargestellt, umfaßt, um den Stab 140 so zu drücken, um das Gleitelement 136 von einer ersten Endposition, wie in Figur 1 dargestellt ist, zu einer zweiten Endposition, wie in Figur 10 dargestellt ist, und vice versa, zu bewegen. Weiterhin kann der Stab 140 das Gleitelement 136 zu irgendeiner von drei Zwischenpositionen bewegen, nämlich einer ersten Zwischenposition, wie in Figur 7 dargestellt ist, einer zweiten Zwischenposition, wie in Figur 8 dargestellt ist, und einer dritten Zwischenposition, wie in Figur 9 dargestellt ist.

Wie die Figuren 1, 2 und 6 zeigen, besitzt die Flanschswelle 42 vier Auslässe 146, 148, 150 und 152, axial eine nach der anderen zum Ventilieren des Zylinders 68 beabstandet. Jeder Auslaß ist durch acht umfangsmäßig beabstandete Bohrungen (siehe Figur 2) aufgebaut. Ähnlich besitzt die Hülse 32 vier Ventilöffnungen 154, 156, 158 und 160, axial eine nach der anderen beabstandet. Jede Ventilöffnung ist durch acht umfangsmäßig beabstandete Öffnungen (siehe Figur 3) gebildet. Die vier Auslässe 146, 148, 150 und 152 sind zu entsprechenden Ventilöffnungen 154, 156, 158 und 160 jeweils ausgerichtet. Mit anderen Worten sind die acht umfangsmäßig beabstandeten Bohrungen jedes Auslasses zu den acht umfangsmäßig beabstandeten Ventilöffnungen der entsprechenden einen der Ventilöffnungen beabstandet.

Alternativ kann jeder Auslaß durch einen sich umfangsmäßig erstreckenden Schlitz, wie in Figur 11 dargestellt ist, gebildet sein. Figur 11 stellt eine modifizierte Flanschswelle 170 dar, die im wesentlichen dieselbe wie die Flanschswelle 42 ist, mit der Ausnahme,

daß jeder der vier Auslässe 146, 148, 150 und 152 durch einen sich umfangsmäßig erstreckenden Schlitz gebildet ist. In diesem Fall ist jede der entsprechenden Ventilöffnungen 154, 156, 158 und 160 durch einen sich umfangsmäßig erstreckenden Schlitz gebildet.

Im Betrieb der VCP 18 macht sich, wenn sich das Gleitelement 136 in der ersten Endposition befindet, wie in Figur 1 dargestellt ist, das Gleitelement 136 frei und öffnet demzufolge alle Ventilöffnungen 154, 156, 158 und 160 zu der zylindrischen Bohrung 134, um dadurch nicht nur den Auslaß 146, der immer zu der ringförmigen Kammer 86 offen ist, zu ventilieren, sondern auch die drei Auslässe 148, 150 und 152, um dadurch die ringförmige Kammer 76 zu entlasten. Die Rückstellfeder 80 ist demzufolge in der Lage, die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 bei deren extremen, äußeren Position gegen die Abdeckung 36 beizubehalten, wodurch das Volumen der ringförmigen Kammer 76 bei einem Minimum gehalten wird. In dieser Position wird die Kurbelwelle 12 durch die Gleitelemente 56, 58 in einer verzögerten Phasenbeziehung zu dem Kettenzahnrad 20 für einen Betrieb der betätigten Motoreinlaßventile unter erwünschten, verzögerten Zeitabstimmungsbedingungen beibehalten. In dieser Position wird Öl, das zu der ringförmigen Kammer 76 über die Einlaßöffnung 130 zugeführt ist, über den Auslaß 146 und die Ventilöffnung 154 zu der zylindrischen Bohrung 134 und durch axiale Durchgangswege 138 des Gleitelements 136 und den Ablaßöffnungen 132 des Endstopfens 124 zu der Außenseite der VCP 18 abgegeben. Das Öl, das von dem Endstopfen 124 abgegeben ist, kehrt zu der Ölwanne 16 zurück. Es ist anhand der Figur 1 zu sehen, daß eine Fluidverbindung zwischen den anderen Auslässen 148, 150 und 152 und der ringförmigen Kammer 76 durch den Kolben 70 blockiert wird.

Wenn die Motorbetriebsbedingungen nach einer vollständig vorgestellten Ventilzeitabstimmung verlangen, wird der Stab 140 so gedrückt, um das Gleitelement 136 gegen die Rückstellfeder 142 von der ersten Endposition zu der zweiten Endposition zu bewegen, wie in Figur 10 dargestellt ist. In dieser Position deckt das Gleitelement 136 alle Ventilöffnungen ab, um alle Auslässe 146, 148, 150 und 152 zu schließen, um dadurch die ringförmige Kammer 76 unter Druck zu setzen und die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 gegen die Rückstellfeder 80 zu der extremen, inneren Position gegen die sich radial erstreckende Nabe 26 des Kettenzahnrads zu verschieben.

Aufgrund der gegenüberliegenden Führung der inneren und äußeren Keilwellennutverzahnungen 40 und 46 verlegt die nach innen gerichtete Bewegung der Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 die Zeitabstimmung oder den Phasenwinkel der Nockenwelle 12 relativ zu dem Kettenzahnrad 20 nach vorne, so daß die Zeitabstimmung der zugeordneten Motor-Zylinderventile in ähnlicher Weise nach vorne verlegt wird. In dieser Position ist keine Abgabe von Öl von der ringförmigen Kammer 76 vorhanden.

Eine Rückkehr zu der verzögerten Zeitabstimmung wird, wenn danach verlangt wird, durch Bewegen des Gleitelements 136 nach hinten zu der ersten Endposition, wie in Figur 1 dargestellt ist, durchgeführt. Die Feder 80 führt dann die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 zu deren anfänglichen, verzögerten Position (siehe Figur 1) angrenzend an die Abdeckung 36 zurück.

Zusätzlich zu dieser Phasenänderungsfunktion sind die Gleitelemente 56, 58 auch die Elemente, über die das gesamte Drehmoment von dem Kettenzahnrad zu der Nockenwelle 12 und vice versa über deren schraubenförmigen Keilwellenverzahnungen und die passenden Keilwellenverzahnungen 40 und 46 übertragen wird.

Wenn die Motorbetriebsbedingungen nach einer weniger verzögerten Ventilzeitabstimmung verlangen, wird der Stab 140 so gedrückt, um das Gleitelement 136 zu einer erwünschten einen der drei Zwischenpositionen, wie in den Figuren 7, 8 und 9 dargestellt ist, gegen die Rückstellfeder 80 zu bewegen.

Es wird nun der Fall betrachtet, bei dem der Stab 140 so gedrückt wird, um das Gleitelement 136 von der ersten Endposition (siehe Figur 1) zu der ersten Zwischenposition (siehe Figur 7) zu bewegen. In dieser Position deckt das Gleitelement 136 die Ventilöffnung 134 ab und schließt demzufolge den Auslaß 146, um dadurch die ringförmige Kammer 76 unter Druck zu setzen und die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 gegen die Feder 80 zu verschieben. Diese Bewegung des Kolbens 70 legt den Auslaß 148 frei, der mit der Ventilöffnung 146 kommuniziert, die links offen zu der zylindrischen Bohrung 134 ist, was einen Auslaß von Öl durch diesen Auslaß 148 ermöglicht und einen Abfall eines Drucks innerhalb der ringförmigen Kammer 76 bewirkt. Der Öffnungsgrad des Auslasses 148 wird durch die vordere Kante der inneren,

peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 70 kontrolliert. Falls dieser Druckabfall eine übermäßige Reduktion eines Drucks innerhalb der ringförmigen Kammer 76 verursacht, führt die Rückstellfeder 80 den Kolben 70 so zurück, um den Öffnungsgrad des Auslasses 148 zu reduzieren. Auf diese Art und Weise reguliert der Kolben 70 eine Auslaßströmung von Öl durch den Auslaß 148, um einen Druck innerhalb der ringförmigen Kammer 76 zu entwickeln, der hoch genug ist, um mit der Rückstellfeder 80 in Balance zu treten. Falls dieser Zustand erreicht wird, nimmt die vordere Kante der inneren, peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 70 eine Position an, die in ein schmales Fenster, begrenzt durch eine voranführende und eine nachlaufende Kante des Auslasses 180, fällt. Der Abstand zwischen der voranführenden und der nachlaufenden Kante ist die axiale Dimension oder der Durchmesser des Auslasses 148. In dieser Position, wie in Figur 7 dargestellt ist, führt abgelassenes Öl von der ringförmigen Kammer 76 durch den Auslaß 148 und die Ventilöffnung 156 in die zylindrische Bohrung 134 hinein.

Es wird nun der Fall betrachtet, wenn der Stab 140 so gedrückt wird, um das Gleitelement 136 von der Zwischenposition, die gerade vorstehend beschrieben ist, zu einer anderen Zwischenposition, wie dies in Figur 8 dargestellt ist, zu bewegen. In dieser Position deckt das Gleitelement 136 die Ventilöffnung 156 zusätzlich zu der Ventilöffnung 144 ab und schließt demzufolge den Auslaß 148 zusätzlich zu dem Auslaß 146, um dadurch die ringförmige Kammer 76 unter Druck zu setzen und die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 weiter gegen die Feder 80 zu verschieben. Diese weitere Bewegung des Kolbens 70 legt den Auslaß 150 frei, der mit der Ventilöffnung 158 kommuniziert, die links offen zu der zylindrischen Bohrung 134 ist, was einen Auslaß von Öl durch diesen Auslaß 150 ermöglicht und einen Druckabfall innerhalb der ringförmigen Kammer 76 verursacht. In derselben Art und Weise, wie beschrieben ist, reguliert der Kolben 70 eine Auslaßströmung von Öl durch den Auslaß 150, um einen Druck innerhalb der ringförmigen Kammer 76 zu entwickeln, der hoch genug ist, um mit der Rückstellfeder 80 in Balance zu treten. Wenn dieser Gleichgewichtszustand erreicht wird, nimmt die vordere Kante der inneren, peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 70 eine Position an, die in ein schmales Fenster fällt, das durch die voranführende und die nachlaufende Kante des Auslasses 150 begrenzt ist. In dieser Position führt, wie in

Figur 8 dargestellt ist, das ausgelassene Öl von der ringförmigen Kammer 76 durch den Auslaß 150 hindurch und die Ventilöffnung 158 in die zylindrische Bohrung 134 hinein.

Es wird nun der Fall betrachtet, bei dem der Stab 140 so gedrückt wird, um das Gleitelement 136 von der Zwischenposition, wie in Figur 8 dargestellt ist, zu einer noch anderen Zwischenposition, wie in Figur 9 dargestellt ist, zu bewegen. In dieser Position deckt das Gleitelement 136 die Ventilöffnung 158 zusätzlich zu den Ventilöffnungen 154 und 156 ab und verschließt demzufolge den Auslaß 150 zusätzlich zu den Auslässen 146 und 148, um dadurch die ringförmige Kammer 76 unter Druck zu setzen und die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 weiter gegen die Feder 80 zu verschieben. Diese weitere Bewegung des Kolbens 70 legt den Auslaß 152 frei, der mit der Ventilöffnung 160 kommuniziert, die links offen zu der zylindrischen Bohrung 134 ist, was einen Auslaß von Öl durch diesen Auslaß 152 erlaubt und einen Druckabfall der ringförmigen Kammer 76 verursacht. In dieser Art und Weise, wie dies beschrieben ist, reguliert der Kolben 70 eine Auslaßströmung von Öl durch den Auslaß 152, um einen Druck innerhalb der ringförmigen Kammer 76 zu entwickeln, der hoch genug ist, um mit der Rückstellfeder 80 in Balance zu treten. Wenn dieser Gleichgewichtszustand erreicht wird, nimmt die vordere Kante der inneren, peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 70 eine Position an, die in ein schmales Fenster fällt, das durch eine voranführende und nachlaufende Kante des Auslasses 152 begrenzt ist. In dieser Position, wie in Figur 9 dargestellt ist, führt das abgelassene Öl von der ringförmigen Kammer 76 durch den Auslaß 152 und die Ventilöffnung 160 hindurch in die zylindrische Bohrung 134 hinein.

Es wird nun der Fall betrachtet, bei dem der Stab 140 so gedrückt wird, um das Gleitelement 136 von der Zwischenposition, wie in Figur 9 dargestellt ist, zu der zweiten Endposition, wie in Figur 10 dargestellt ist, zu bewegen. In dieser Position deckt das Gleitelement 136 alle Ventilöffnungen 154, 156, 158 und 160 ab, und schließt so alle Auslässe 154, 156, 158 und 160 ab, um dadurch die ringförmige Kammer 76 zu einem Maximum unter Druck zu setzen und die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 gegen die Feder 80 zu verschieben. Diese weitere Bewegung des Kolbens 70 legt vollständig den Auslaß 152, der mit der Ventilöffnung 160 kommuniziert, frei. Diese Ventilöffnung 160 wird durch das Gleitelement 136 abgedeckt. In dieser Position, wie in

Figur 10 dargestellt ist, ist kein Auslaß von Öl von der ringförmigen Kammer 76 vorhanden.

In der vorstehend beschriebenen Art und Weise kann die Zeitabstimmung oder der Phasenwinkel der Nockenwelle 12 relativ zu dem Ketttenzahnrad 20 in einer diskreten Art und Weise zwischen dem am meisten nach vorne geschobenen Zustand, wie in Figur 10 dargestellt ist, und dem am meisten verzögerten Zustand, wie in Figur 1 dargestellt ist, variiert werden.

Eine Rückkehr zu einer verzögerten Zeitabstimmung, wie durch eine der Zwischenpositionen dargestellt ist, wie in den Figuren 7, 8 und 9 dargestellt ist, wird durch Bewegen des Gleitelements 136 zu der Abdeckung 36 hin zu der erwünschten Zwischenposition durchgeführt. Diese Bewegung des Gleitelements 136 ermöglicht eine Abgabe von Öl von der ringförmigen Kammer 76, um dieselbe zu entlasten, was der Feder 80 ermöglicht, die Anordnung des Kolbens 70 und der Gleitelemente 56, 58 zurückzuführen, bis der Gleichgewichtszustand zwischen dem Druck der ringförmigen Kammer 76 und der Feder 80 erreicht ist. Unter Bezugnahme auf Figur 6 wird die bevorzugte Beziehung zwischen den Auslässen 148, 150 und 152 und deren zugeordneten Ventilöffnungen 156, 158, 160 erläutert. Wie zuvor erläutert ist, bestimmt der Abstand  $a$  jedes dieser Auslässe 148, 150 und 152 zwischen der voranführenden und der nachlaufenden Kante davon die Breite des schmalen Fensters, innerhalb dem sich die vordere Kante der inneren, peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 70 bewegt, um den Gleichgewichtszustand zu halten. Um das Fenster zu verschmälern, ist es bevorzugt, den Abstand oder den Durchmesser  $a$  jedes der Auslässe 148, 150 und 152 kleiner als den entsprechenden Abstand oder den Durchmesser  $b$  der zugeordneten Ventilöffnungen 156, 158 und 160 einzustellen.

Wie in einer geringfügig übertriebenen Art und Weise in Figur 6 dargestellt ist, ist die Größe des Auslasses 146, der immer zu der ringförmigen Kammer 76 hin offen ist, größer als die Größe jedes der anderen Auslässe 148, 150 und 152. Die Größe des Auslasses 146 wird so bestimmt, um eine genügende Abgabe von Öl von der ringförmigen Kammer 76 sicherzustellen, um den Druck der ringförmigen Kammer ausreichend unter einem Druckpegel zu halten, der mit der Rückstellfeder 30 in Balance steht, um dadurch



die Anordnung des Kolbens 90 und der Gleitelemente 56, 58 in der Position zu halten, wie dies in den Figuren 10 oder 6 dargestellt ist.

Die Figuren 12 und 13 stellen eine Modifikation in Bezug auf den ringförmigen Kolben 70 dar. Der modifizierte, ringförmige Kolben 174 ist mit einem Ausschnitt 176 an der äußeren oder vorderen Kante der inneren, peripheren Wand davon ausgebildet und besitzt eine ringförmige Dichtung 178, die gleitbar in die angrenzende, zylindrische Wand der Flanschelle 42 eingreift. In diesem Fall funktioniert die Dichtung 178 so, um eine Strömung von Auslaßöl von der ringförmigen Kammer 76 zu regulieren.

Obwohl in der Modifikation die Dichtung 178 an der äußeren Kante der inneren, peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 174 angeordnet ist, ist die Stelle der Dichtung nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Die Dichtung 178 kann in einer Nut 180, die zwischen der äußeren und inneren Kante der inneren, peripheren Wand des ringförmigen Kolbens 182 angeordnet ist, aufgenommen werden.

Die Vorkehrung der Dichtung 178 wird dahingehend befunden, daß sie effektiv beim Halten des zugeordneten Kolbens 174 oder 182 in einer erwünschten, geeigneten Position während eines Betriebs ist.

Unter Bezugnahme auf die Figur 15 wird nun erläutert, wie ein Druckaufbau aufgrund des austretenden Öls stattfindet. Im Betrieb wird, aufgrund einer Zentrifugalkraft, das austretende Öl nach außen gegen die äußere Keilwellenverzahnung 40 gezogen, was einen Druckaufbau innerhalb eines Raums 184 bewirkt, der teilweise durch den Vorsprung 84 definiert ist. Falls dieser Druck auf den Vorsprung 84 aufgebracht wird, wird das innere Gleitelement 58 zu der sich axial erstreckenden Nabe 26 des Kettenzahn-rads gedrückt. Dieses Phänomen ist nicht erwünscht. Demzufolge besitzt das innere Gleitelement 58 Löcher 186, die den Raum 184 mit der Vertiefung 82 verbinden, um die Rückstellfeder 80 aufzunehmen.

Figur 16 stellt eine Variation in Bezug auf Figur 15 dar. Gemäß dieser Variation besitzt der Vorsprung 84 umfangsmäßig beabstandete Ausschnitte 188, um die Entleerungspfade zu schaffen.

Figur 17 stellt eine andere Variation in Bezug auf Figur 15 dar. Gemäß dieser Variation wird ein inneres Gleitelement 190 ohne einen solchen Vorsprung vorgeschlagen. Dieses innere Gleitelement 190 ist eine Alternative zu dem inneren Gleitelement 58.

Gemäß der VCP 18, die zuvor beschrieben ist, wird Öl nach außen von den Entleerungslöchern 132 des Endstopfens 124 abgegeben. Um die Menge an Öl, das nach außen der VCP 18 abgegeben wird, zu reduzieren, ist eine Entlastungsventil 18 vorgesehen, um den Druck, unter dem das Öl zu der VCP 18 von dem Ölkorridor 112 zugeführt wird, unter einem Pegel hoch genug gehalten, um den ringförmigen Kolben 70 so zu bewegen, wie dies in Figur 18 dargestellt ist. Um weiterhin die Menge an Öl, das von der VCP 18 abgegeben wird, zu reduzieren, ist ein mittels Solenoid betätigtes Absperrventil 202 zwischen dem Ölkorridor 112 und dem Entlastungsventil 200 vorgesehen. Das mittels Solenoid betätigte Absperrventil 202 blockiert eine Strömungskommunikation zwischen dem Ölkorridor 112 und der VCP 18, wenn die Motorbetriebsbedingungen nach der am meisten verzögerten Ventilzeitabstimmung verlangen, und demzufolge die VCP 18 die Position annehmen muß, die in Figur 1 dargestellt ist.

Öl, das von einer Regulierung des Drucks an dem Druckentlastungsventil 200 resultiert, kehrt unmittelbar zu der Ölwanne 16 zurück, und dort ist keine Zuführung von Öl von dem Ölkorridor vorhanden, wenn die Motorbetriebsbedingungen nach der am meisten verzögerten Ventilzeitabstimmung verlangen. Demzufolge wird eine ausreichende Menge an Öl in der Ölwanne 16 und dem Ölkorridor 112 für eine Verteilung zu erreichen, die geschmiert werden sollen, zurückgehalten.

Figur 20 stellt eine zweite Ausführungsform der Erfindung zur Verwendung in Verbindung mit einem Zeitsteuerriemenantrieb dar.

Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung (VCP) 300 ist auf dem vorderen Ende einer Nockenwelle 302 befestigt. Die VCP 300 umfaßt eine Riemenscheibe 304, die ein äußeres, verzahntes Rad 306 besitzt, das durch einen Zeitsteuerriemen, nicht dargestellt, angetrieben wird. Das Rad 306 ist mit einem zylindrischen Körper 30 in einer ähnlichen Weise zu derjenigen, die in Figur 1 dargestellt ist, verbunden. Eine Schraube 308 sichert eine Hülse 92 und eine Flanschwelle 42 an der Nockenwelle 302 in einer Art und Weise ähnlich zu derjenigen, die in Figur 1 dargestellt ist. Eine Endstopfen 310 ist an

einer Abdeckung 36 in einer Art und Weise ähnlich derjenigen, die in Figur 1 dargestellt ist, gesichert. In Figur 20 werden dieselben Bezugszeichen verwendet, die in Figur 1 verwendet sind, um entsprechende oder ähnliche Teile oder Bereiche zu bezeichnen. Demzufolge wird eine detaillierte Beschreibung dadurch weggelassen.

Der Endstopfen 310 ist zu dem Endstopfen 124, der in Figur 1 dargestellt ist, unterschiedlich. Der Endstopfen 310 trägt eine Öldichtung 312 zum Verhindern von einer Ölleckage durch einen Freiraum um einen Stab 140 herum und besitzt keine Entleerungslöcher (siehe die Entleerungslöcher 132 in Figur 1). Um Öl von einer zylindrischen Bohrung 134, die durch die Hülse 32 definiert ist, abzulassen, besitzt die Schraube 308 eine axiale, zentrale Durchgangsbohrung 314, die eine Endöffnung zu der zylindrischen Bohrung 134 und eine entgegengesetzte, innere Endöffnung zu einer zentralen, axialen Bohrung 316 der Nockenwelle 302 besitzt. Die Nockenwelle 302 besitzt weiterhin einen radialen Entleerungsdurchgangsweg 316, der eine innere Endöffnung zu der axialen Bohrung 316 und eine äußere Endöffnung zu der Innenseite des Maschinengehäuses besitzt. Aufgrund dieses Pfads kehrt Öl, das von der zylindrischen Bohrung 134 abgegeben ist, zu einer Ölwanne 16 durch die axiale Bohrung 314 der Schraube 308, die Bohrung 316 von der Nockenwelle 302 und den radialen Durchgangsweg 18 zurück.

Figur 21 stellt eine dritte Ausführungsform einer VCP 330 dar, die ein Kettenzahnrad 332 mit einer sich radial erstreckenden Nabe 334, einem zylindrischen Körper 336, einer Abdeckung 338, einer Flanschswelle 340, einer zylindrischen Hülse 342, einer Schraube 344, vier Gleitelementen 344, 346, 348 und 350 (siehe auch Figur 22), einem ringförmigen Zylinder 352, einem ringförmigen Kolben 354, einer ringförmigen Kammer 356, einer Rückstellfeder 358 für den Kolben 354, einem Ventilgleitelement 360 mit einem Stab 362 und einer Rückstellfeder 364 für das Ventilgleitelement 360 besitzt, die, obwohl von geringfügig unterschiedlicher Form, die funktionalen Äquivalente zu den entsprechenden Teilen der Ausführungsform der Figur 1 umfassen. Figur 12 unterscheidet sich dahingehend, daß die zylindrische Hülse 342 eine Endpressung besitzt, die an der Flanschswelle 340 angepaßt ist und fest an einem vorderen Ende der Abdeckung 338 zurückhält. Die Abdeckung 338 nimmt drehbar ein äußeres Ende des zylindrischen Körpers 336 auf. Wie am besten in Figur 25 zu sehen ist, besitzt die Hülse 342 vier Auslässe 366, 368, 370 und 372, die auch als Ventilöffnungen funktionieren und

demzufolge funktionale Äquivalente zu den Auslässen 146, 148, 150 und 152 und deren zugeordneten Ventilöffnungen 154, 156, 158 und 160 jeweils sind. Die Flanschswelle 340 wirkt mit dem vorderen Ende der zugeordneten Nockenwelle 374 zusammen, um eine Einlaßöffnung 376 zu definieren, die immer zu der ringförmigen Kammer 356 hin offen ist. Eine Zuführung von Öl zu dieser Einlaßöffnung 376 ist schematisch dargestellt.

Unterschiedlich zu der ersten Ausführungsform besitzen der zylindrische Körper 336 und die Flanschswelle 340 keine schraubenförmigen Keilwellenverzahnungen bzw. Nuten.

In der dritten Ausführungsform besitzt der zylindrische Körper 336 diametral gegenüberliegende, sich nach innen erstreckende Führungen 378 und 380, wobei die Flanschswelle 340 fest mit einem Ring 382 mit zwei diametral gegenüberliegenden, sich radial erstreckenden Naben 384 und 386 gekoppelt ist. Die sich radial erstreckende Nabe 384 ist zwischen den Führungen 378 und 380 angeordnet, während die andere, sich radial erstreckende Nabe 386 zwischen den Führungen 380 und 378 angeordnet ist. Das Gleitelement 344 ist zwischen der Führung 378 und der sich radial erstreckenden Nabe 384 angeordnet und antriebsmäßig dazu angepaßt. Das Gleitelement 346 ist zwischen der sich radial erstreckenden Nabe 384 und der Führung 380 angeordnet und antriebsmäßig angepaßt. Das Gleitelement 348 ist zwischen der Führung 380 und der sich radial erstreckenden Nabe 386 angeordnet und antriebsmäßig angepaßt. Das Gleitelement 350 ist zwischen der sich radial erstreckenden Nabe 386 und der Führung 378 angeordnet und antriebsmäßig angepaßt. Wie am besten in Figur 23 zu sehen ist, ist das Gleitelement 344 an dem ringförmigen Kolben 354 durch einen Stift 388 befestigt und elastisch gegen den ringförmigen Kolben 354 durch eine Feder 390 vorgespannt. Das Gleitelement 344 besitzt eine geneigte Oberfläche 392 und ist antriebsmäßig mit einer geneigten bzw. schrägen Kante 394 der sich radial erstreckenden Nabe 384 angepaßt. In einer ähnlichen Weise zu dem Gleitelement 344 ist das Gleitelement 348 an dem ringförmigen Kolben 354 durch einen Stift, nicht dargestellt, befestigt und elastisch gegen den ringförmigen Kolben 354 durch eine Feder, nicht dargestellt, vorgespannt und besitzt eine geneigte Oberfläche, die antriebsmäßig zu der geneigten Kante der sich radial erstreckenden Nabe 386 angepaßt ist. Wie am besten in Figur 24 zu sehen ist, ist das Gleitelement 350 an dem ringförmigen Kolben 354 durch einen Stift 398 befestigt und

18.05.98

- 20 -

elastisch gegen den ringförmigen Kolben 354 durch eine Feder 400 vorgespannt. Das Gleitelement 350 besitzt eine geneigte Fläche 402, die antriebsmäßig zu einer geneigten Kante 404 der sich radial erstreckenden Nabe 386 angepaßt ist. In einer ähnlichen Art und Weise zu dem Gleitelement 350 ist das Gleitelement 346 an dem ringförmigen Kolben 354 durch einen Stift, nicht dargestellt, befestigt und elastisch gegen den ringförmigen Kolben 354 durch eine Feder, nicht dargestellt, vorgespannt, und besitzt eine geneigte Fläche 406, die antriebsmäßig zu einer geneigten Kante 408 der sich radial erstreckenden Nabe 384 angepaßt ist.

Wie leicht anhand der Figuren 21, 22, 23 und 24 verstanden werden wird, bringt eine axiale Bewegung des ringförmigen Kolbens 354 ein Drehmoment auf die Flanschswelle 340 über die sich radial erstreckenden Naben 384 und 386 des Rings 382 auf und ändert demzufolge den Phasenwinkel der Nockenwelle 374 relativ zu dem Kettenzahnrad 332.

Zusätzlich zu der Phasenänderungsfunktion sind die Gleitelemente 344, 346, 348 und 350 auch die Elemente, über die das gesamte Drehmoment von dem Kettenzahnrad 332 zu der Nockenwelle 374, und vice versa, übertragen wird.

Die VCP 330 besitzt fünf Positionen, wie in den Figuren 21, 27, 28, 29 und 30 dargestellt ist, die, obwohl geringfügig unterschiedlich dazu, den betriebsmäßigen Positionen der Ausführungsform der Figur 1, wie in den Figuren 1, 7, 8, 9 und 10 dargestellt ist, entsprechen.

### Patentansprüche

1. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung mit treibenden und getriebenen Teilen (20;12;332,374), einer Kupplungseinrichtung (30,40,42,46,56,58;302,336, 344, 346,348,350,354,378,380,382,384,386) zur treibenden Verbindung der treibenden und getriebenen Teile in Antriebsbeziehung, wobei die Kupplungseinrichtung eine Einrichtungen enthält, die es den treibenden und getriebenen Teilen ermöglicht, in Winkellage relativ zueinander einstellbar zu sein, während die Antriebsbeziehung zwischen ihnen aufrechterhalten bleibt, wobei die dies ermöglichende Einrichtung beinhaltet einen hydraulischen Zylinder (68;352), einen Kolben (70;354), der gleitend zur Bewegung in dem hydraulischen Zylinder montiert ist, wobei der Kolben in dem Zylinder eine Fluidkammer (76;356) begrenzt, und einen Einlaß (130;376), der immer zu der Fluidkammer geöffnet ist, und zumindest einen zweiten Auslaß (148,150,152; 368,370,372) zum Entlasten des hydraulischen Zylinders (68;352), und eine Rückstellfeder (80;364), die den Kolben in Richtung zu der Fluidkammer vorspannt, wobei die Bewegung des Kolbens in dem Zylinder die treibenden und angetriebenen Teile veranlaßt, sich einer relativen Winkelverlagerung zueinander in einer Richtung zu unterziehen, die der Richtung der Bewegung des Kolbens entspricht, und mit einer Ventileinrichtung (136;360) zur Druckentlastung in der Fluidkammer zur Verlagerung des Kolbens, wobei die Ventileinrichtung (136;360) eine erste Endstellung aufweist, die es dem Kolben erlaubt, eine Extremposition unter dem Vorspannungsdruck der Rückstellfeder einzunehmen, und wobei die Ventileinrichtung (136;360) eine zweite Endstellung aufweist, in der der zweite Auslaß geschlossen ist, um die Fluidkammer unter Druck zu setzen, so daß der Kolben entgegen der Rückstellfeder in die entgegengesetzte Extremposition verlagert wird, um dadurch die relative Winkellage der treibenden und getriebenen Teile zueinander zu steuern, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Mehrzahl von Auslässen (146,148,150,152;366,368, 370,372) vorgesehen ist zur Entlastung des Zylinders (68;352), wobei diese Mehrzahl von Auslässen beinhaltet einen ersten Auslaß (146;366), der immer zur Fluidkammer (76;356) geöffnet ist, wobei in der ersten Endstellung der Ventileinrichtung (136;360) der erste Auslaß entlastet ist zur Druckentlastung der Fluidkammer, und der Kolben in seiner einen Ex-

tremposition die Strömungsverbindung zwischen der Fluidkammer und dem zweiten Auslaß blockiert, und in der zweiten Endstellung der Ventileinrichtung (136;360) in seiner gegenüberliegenden Extremposition die Strömungsverbindung zwischen der Fluidkammer und dem zweiten Auslaß öffnet, wobei die Ventileinrichtung eine Zwischenposition aufweist, in der der erste Auslaß geschlossen ist und der zweite Auslaß entlastet ist, wobei ein Bewegen der Ventileinrichtung aus ihrer ersten Endstellung in ihre Zwischenstellung die Fluidkammer unter Druck setzt, wodurch der Kolben entgegen der Rückstellfeder verlagert wird, bis der Kolben die Abgabe von Hydraulikfluid aus der Fluidkammer durch den zweiten Auslaß reguliert, um einen Gleichgewichtszustand herzustellen, indem der Druck innerhalb der Fluidkammer mit demjenigen der Rückstellfeder ausgeglichen ist, wobei ein Bewegen der Ventileinrichtung aus ihrer zweiten Endstellung in ihre Zwischenstellung den Druck in der Fluidkammer reduziert und der Rückstellfeder erlaubt, den Kolben zu verlagern, bis der Kolben die Abgabe von Hydraulikfluid aus der Fluidkammer durch den zweiten Auslaß reguliert, um den Gleichgewichtszustand einzurichten.

2. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kupplungseinrichtung einen Wellenstumpf (340), der an dem getriebenen Teil (374) befestigt ist, radial sich erstreckende Naben (384,386), die sich radial nach außen von dem Wellenstumpf (340) erstrecken, Gleitelemente (344,346,348,350), die mit dem sich radial erstreckenden Naben (384,386) treibend in Paßeingriff sind und treibend mit dem Kolben (354) zur Bewegung mit diesem verbunden sind, aufweist und eine Einrichtung enthält, wodurch eine Bewegung der Gleitelemente mit dem Kolben eine Winkelverlagerung der sich radial erstreckenden Naben (384,386) und des Wellenstumpfes veranlaßt, um dadurch den Phasenwinkel des getriebenen Teiles (374) relativ zu dem treibenden Teil (332) zu verändern.

3. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kupplungseinrichtung einen zylindrischen Körper (30), der an dem treibenden Teil (20) befestigt ist, und eine Innennutverbindung (40) aufweist, einen Wellenstumpf (42), der vorgesehen ist, an dem getriebenen Teil (12) befestigt zu sein, und eine Außennutverbindung (46) und genutete Gleitmittel (56,58,190), die passend mit der Innen- und Außenlängsnutverbindung in Eingriff sind, aufweist.

4. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die genuteten Gleitmitten zwei genutete Gleitelemente enthält, die federnd gegeneinander vorgespannt sind.
5. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der genuteten Gleitelemente (58) einen Vorsprung (84) hat, der gleitend in Eingriff mit der benachbarten Wand ist, um als Führung der Bewegung des genuteten Gleitelementes zu dienen.
6. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieses eine genutete Gleitelement (58) Ablauföffnungen (186) benachbart zu dem Vorsprung (84) aufweist.
7. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß dieses eine genutete Gleitelement (58) Ausschnitte (188) an dem Vorsprung (84) aufweist.
8. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß eines der genuteten Gleitelemente (190) nicht mit einem Vorsprung (84), der gleitend im Eingriff mit der benachbarten Wand ist, um als Führung der Bewegung des genuteten Gleitelementes zu dienen, versehen ist.
9. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ventileinrichtung ein Ventilgleitelement (136;360) enthält, um gleitend den zweiten Auslaß (148,150,152;368,370,372) zu verschließen.
10. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zweite Auslaß (148,150,152;368,370,372) mit der zugeordneten Ventilöffnung (154,156,158,160) kommuniziert und das Ventilgleitelement bewegbar ist, um die Ventilöffnung abzudecken.
11. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Größe des zweiten Auslasses kleiner als die Größe der zugeordneten Ventilöffnung ist.



12. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der erste Auslaß (146,366) so dimensioniert ist, daß die Strömung des Öles, abgegeben von der Fluidkammer, groß genug ist, um den Druck in der Fluidkammer ausreichend unter einem Druck zu halten, welcher im Gleichgewicht mit der Rückstellfeder (80;358) ist.

13. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder der Vielzahl von Auslässen durch einen sich in Umfangsrichtung erstreckenden Schlitz gebildet ist.

14. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kolben (174,182) eine Dichtung (178) aufweist, die als Ventilelement dient.

15. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Kupplungseinrichtung einen Wellenstumpf (42) enthält, der durch eine Schraube (308) an den getriebenen Teil (302) befestigt ist, wobei die Schraube von einer axialen Bohrung (314) durchsetzt wird, die als Abgabekanal dient.

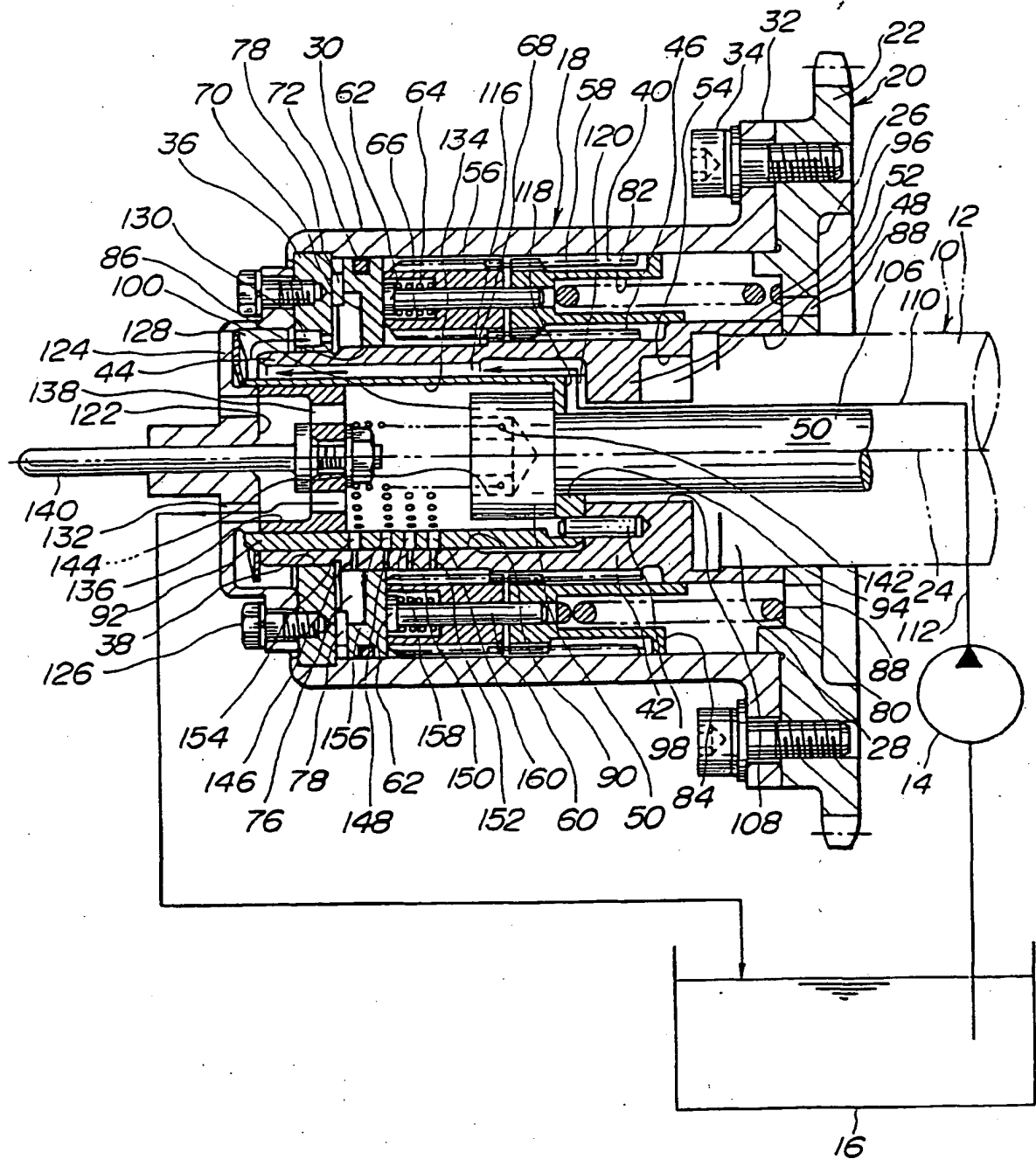
16. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Entlastungsventil (200) vorgesehen ist, um den Druck, unter dem das hydraulische Fluid zu dem Einlaß geführt ist, auf oder unter einem vorgegebenen Druck zu halten.

17. Eine variable Nockenphasenlagestelleinrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Abschaltventil (202) vorgesehen ist, um die Fluidverbindung zwischen dem Einlaß und einer Quelle des Fluiddrucks zu unterbrechen.

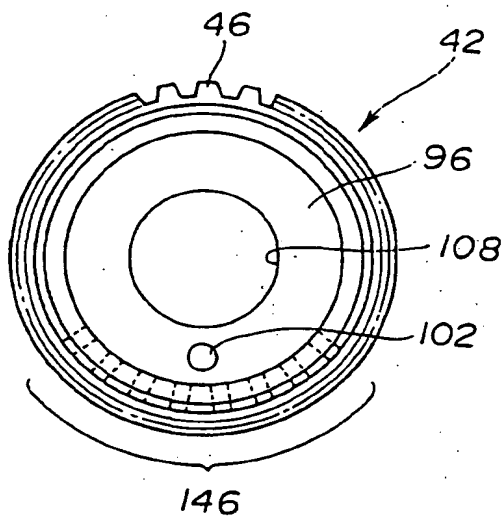
18.05.98

1/25

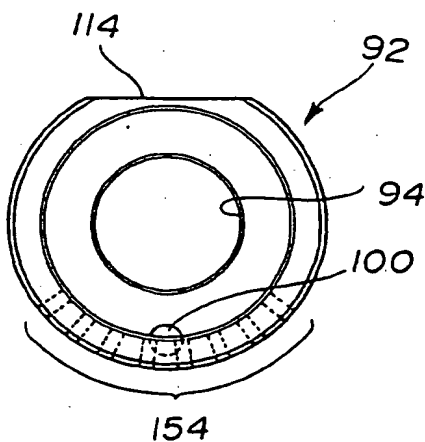
FIG.1



**FIG.2**



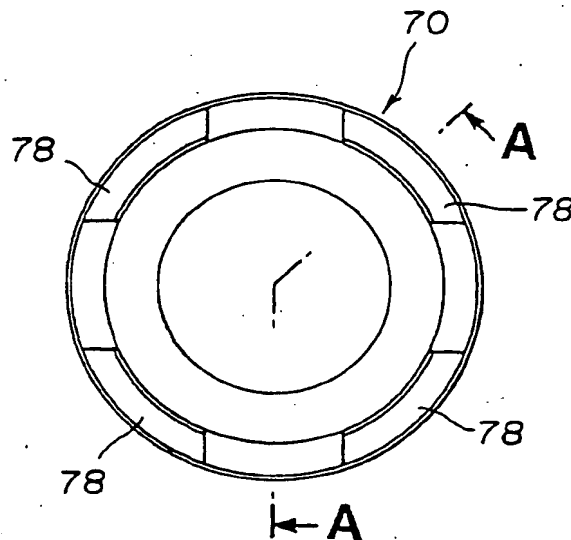
**FIG.3**



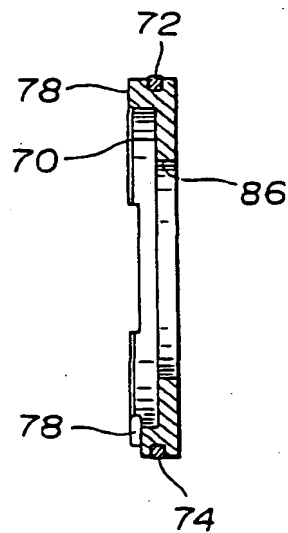
18.05.98

3/25

**FIG.4**



**FIG.5**



18.05.98

4/25

FIG.6

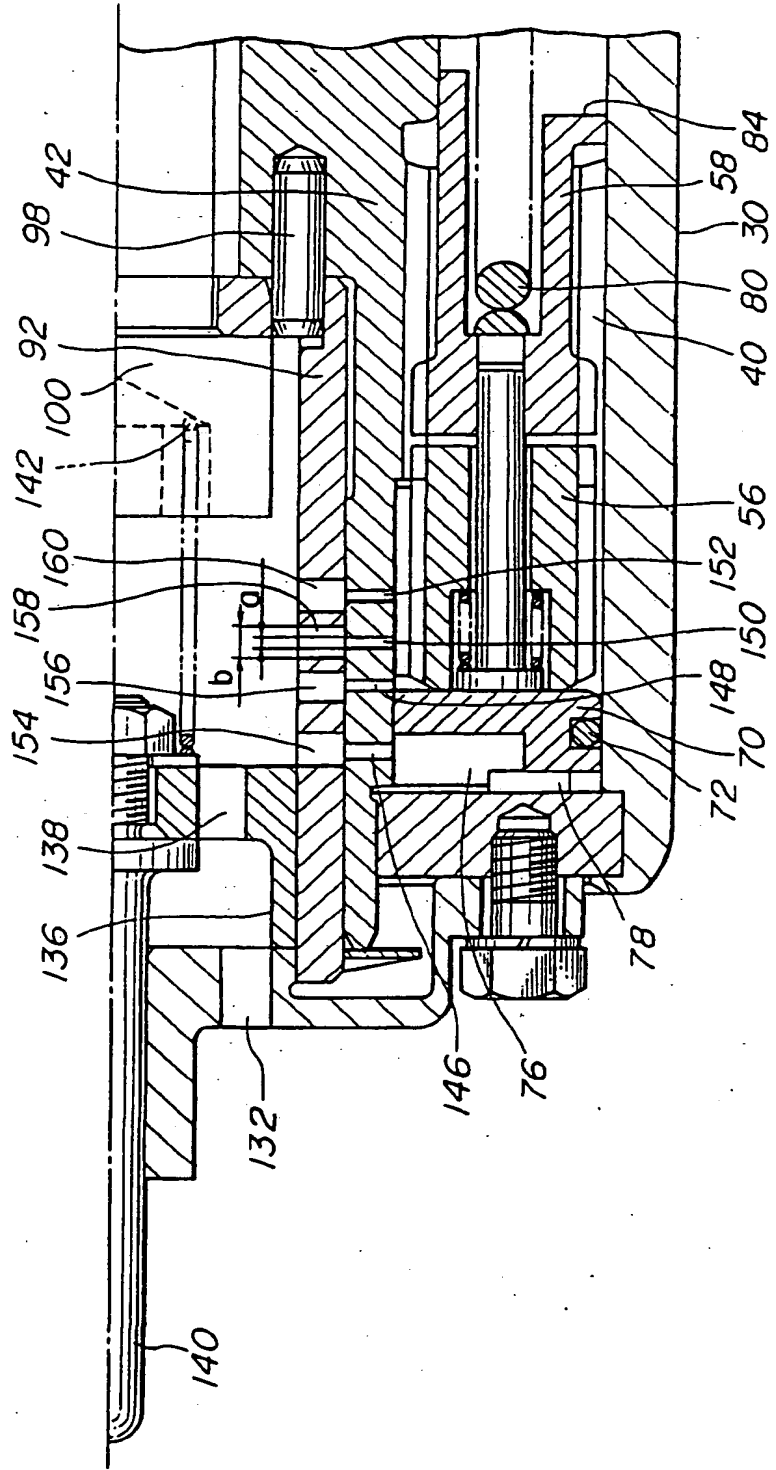
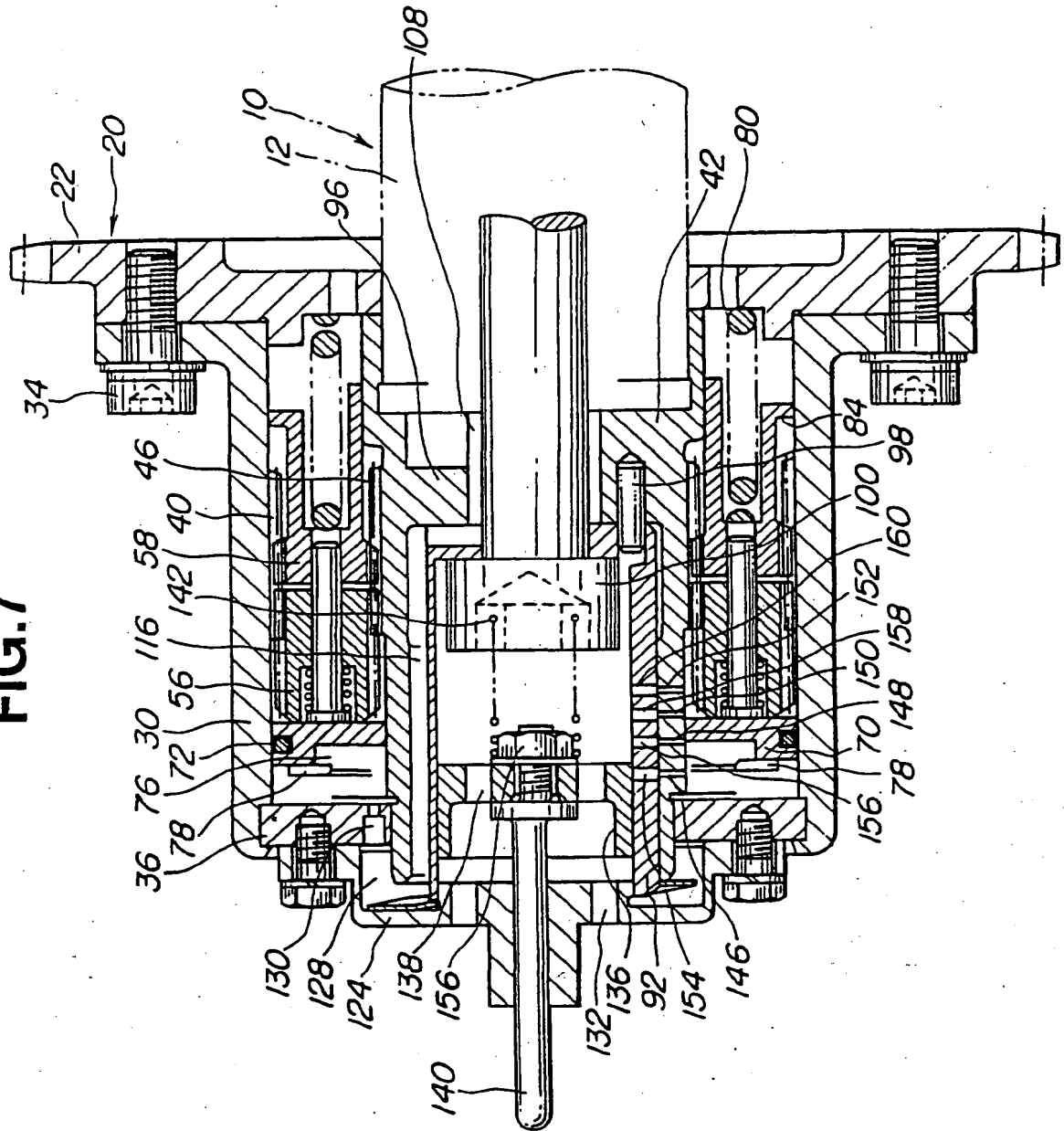


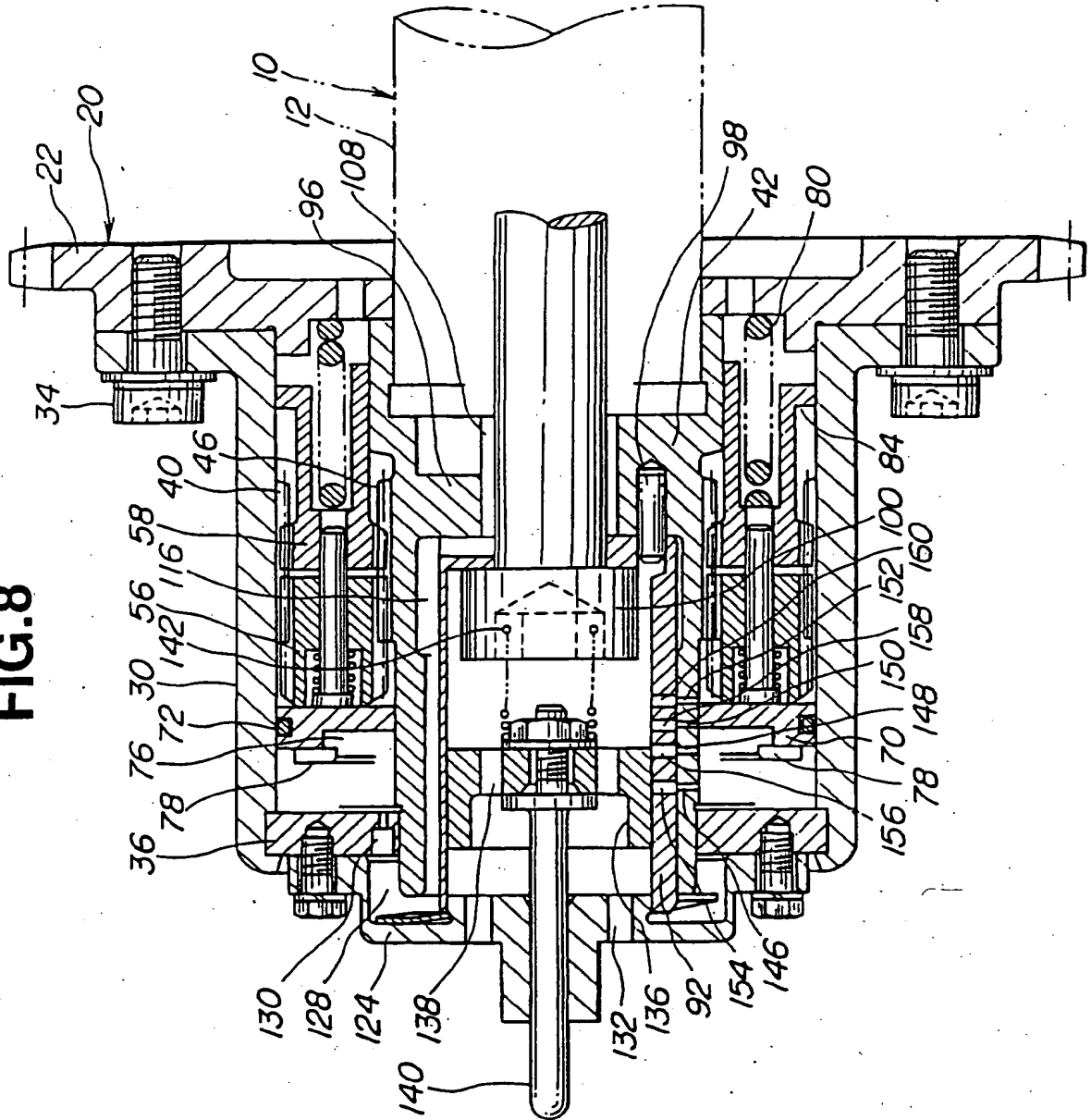
FIG.7



18.05.98

6/25

FIG. 8



18.05.98

7/25

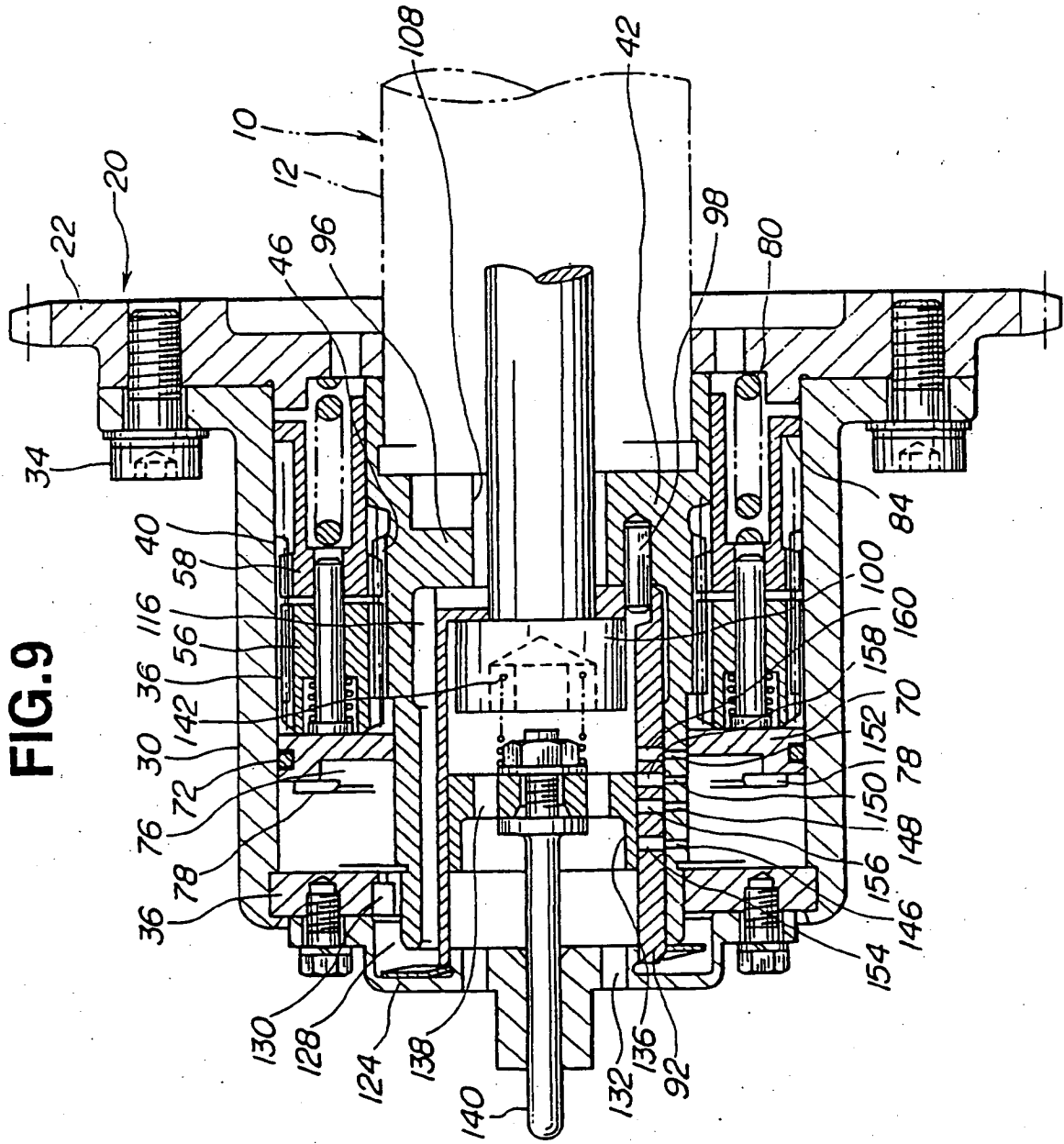
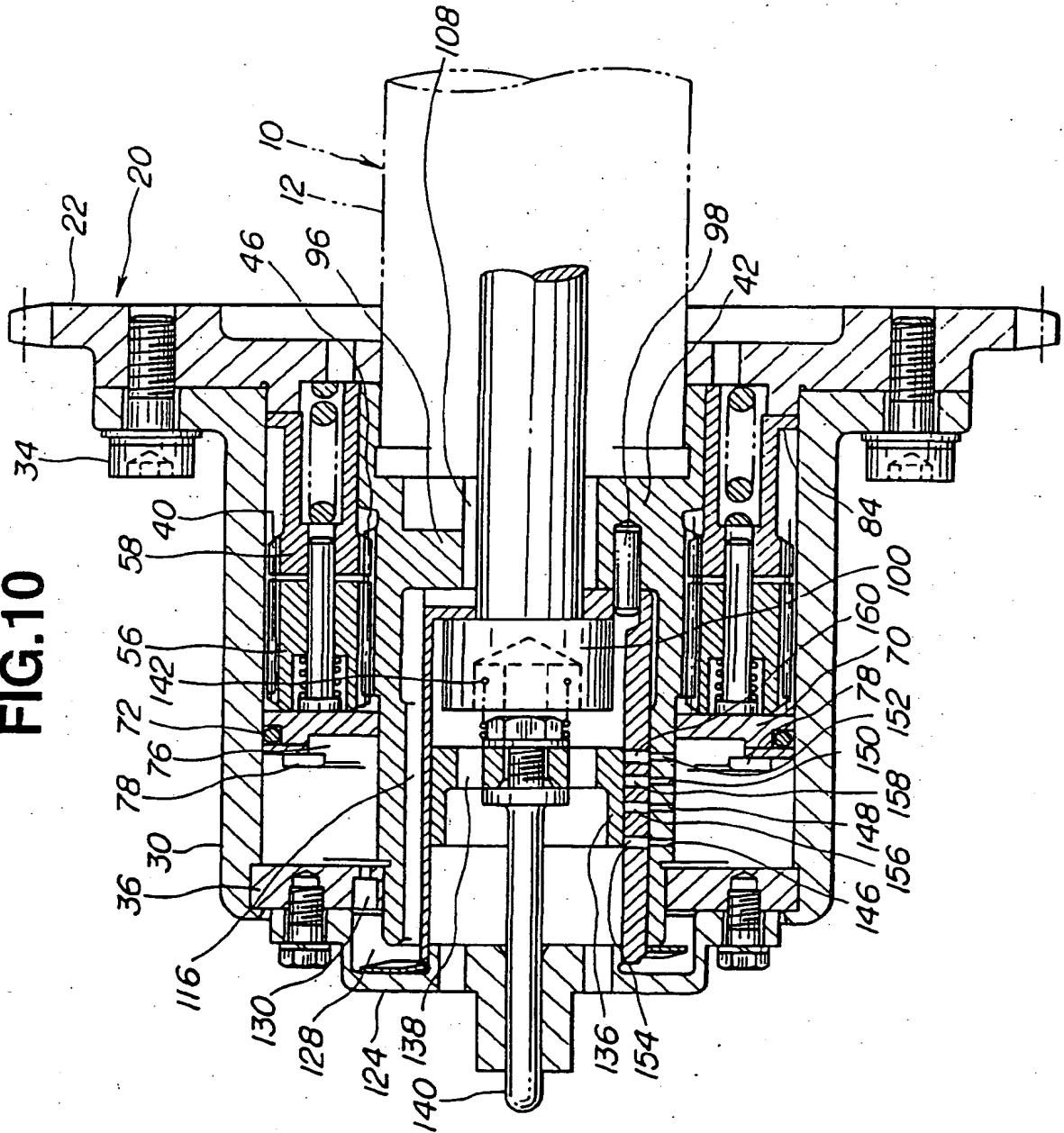




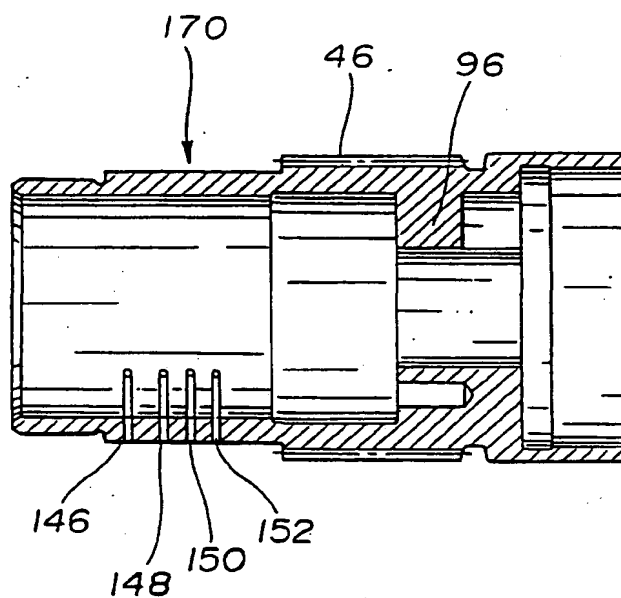
FIG.10



18.05.98

9/25

FIG.11



10-05-98

10/25

FIG.12

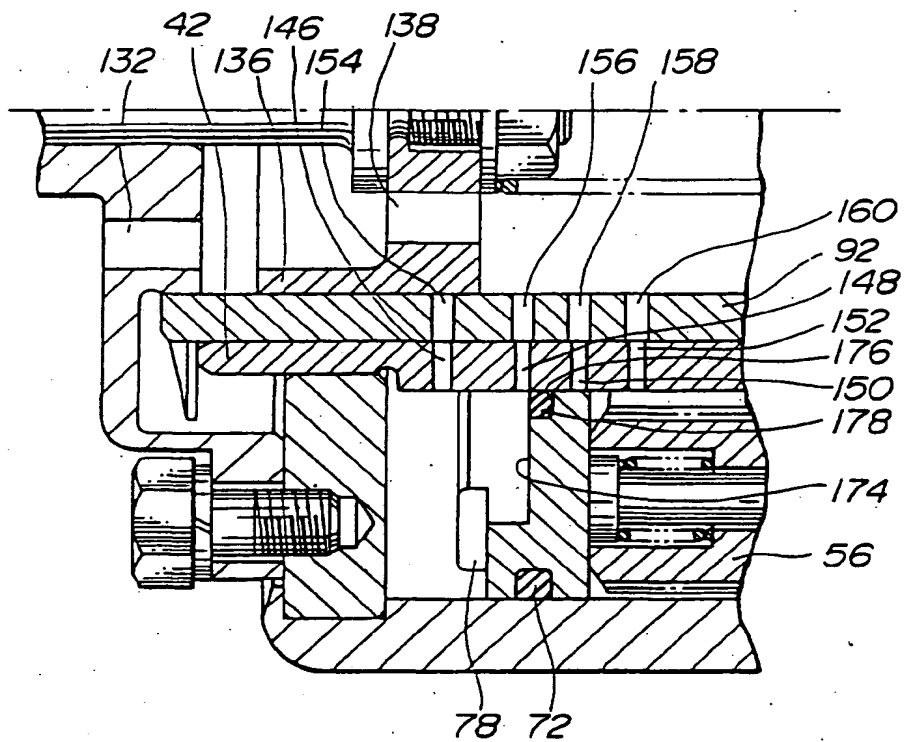
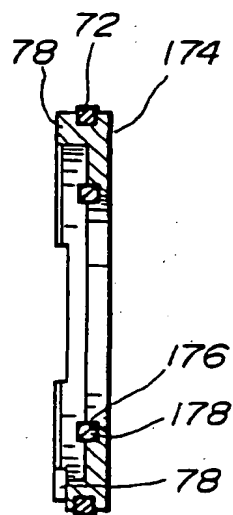


FIG.13



11/25

12/25

FIG.15

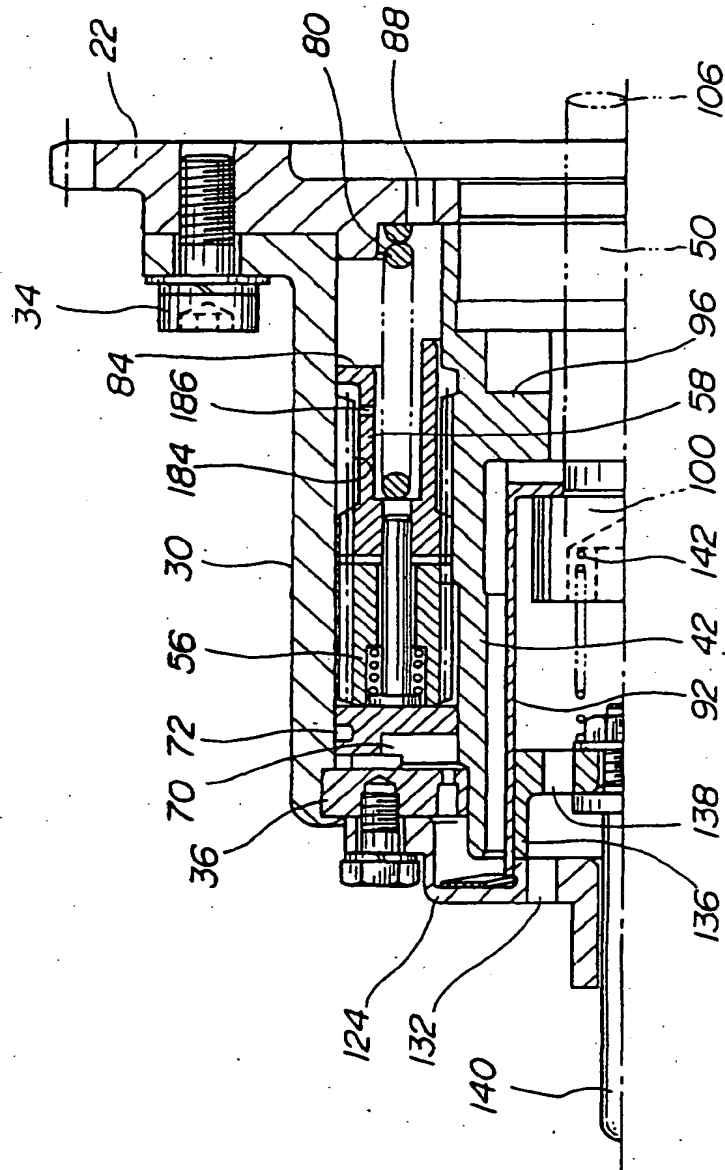
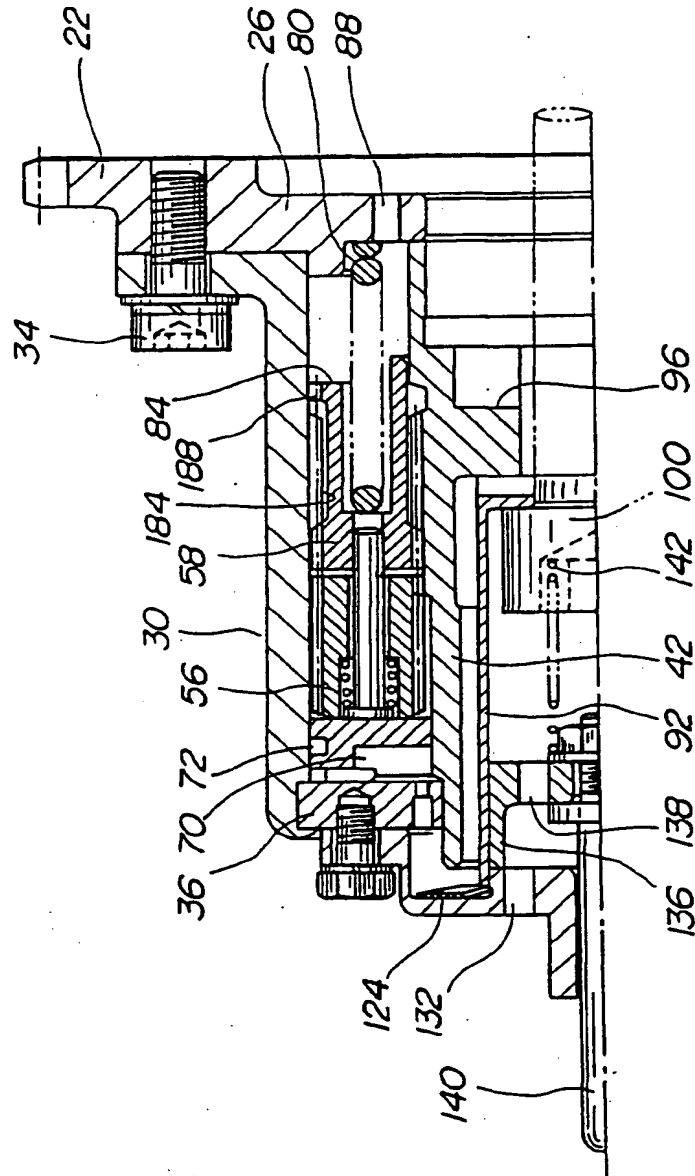


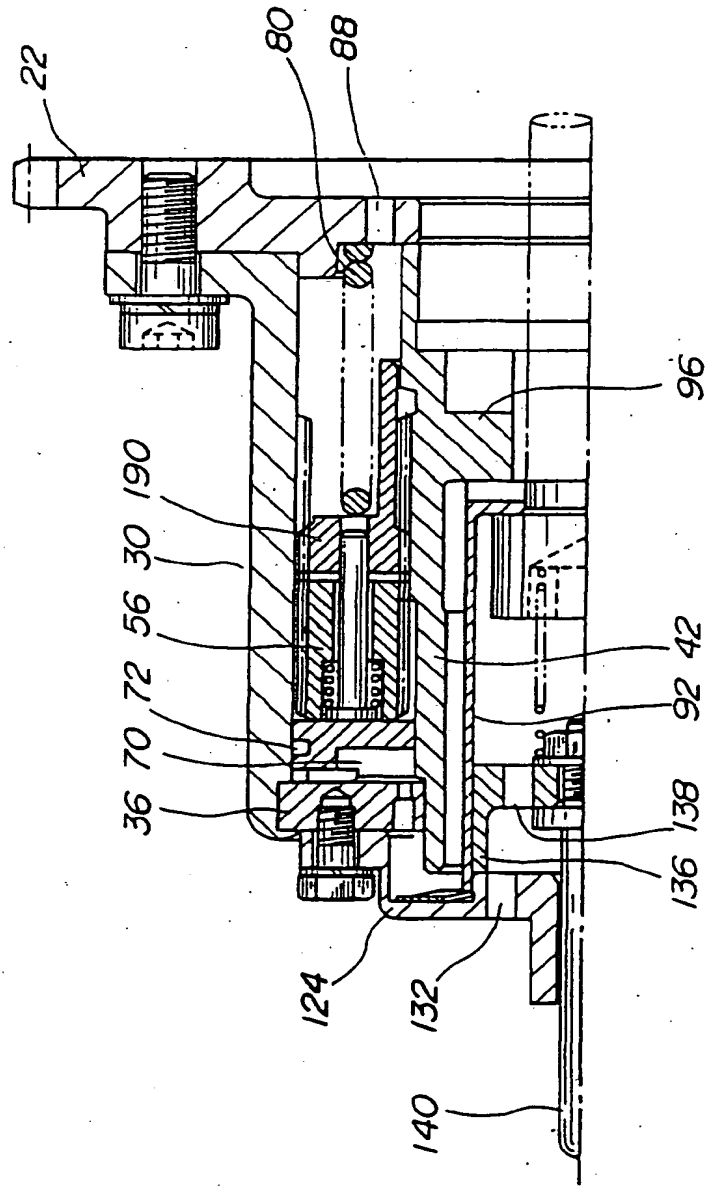
FIG.16



18.05.98

14/25

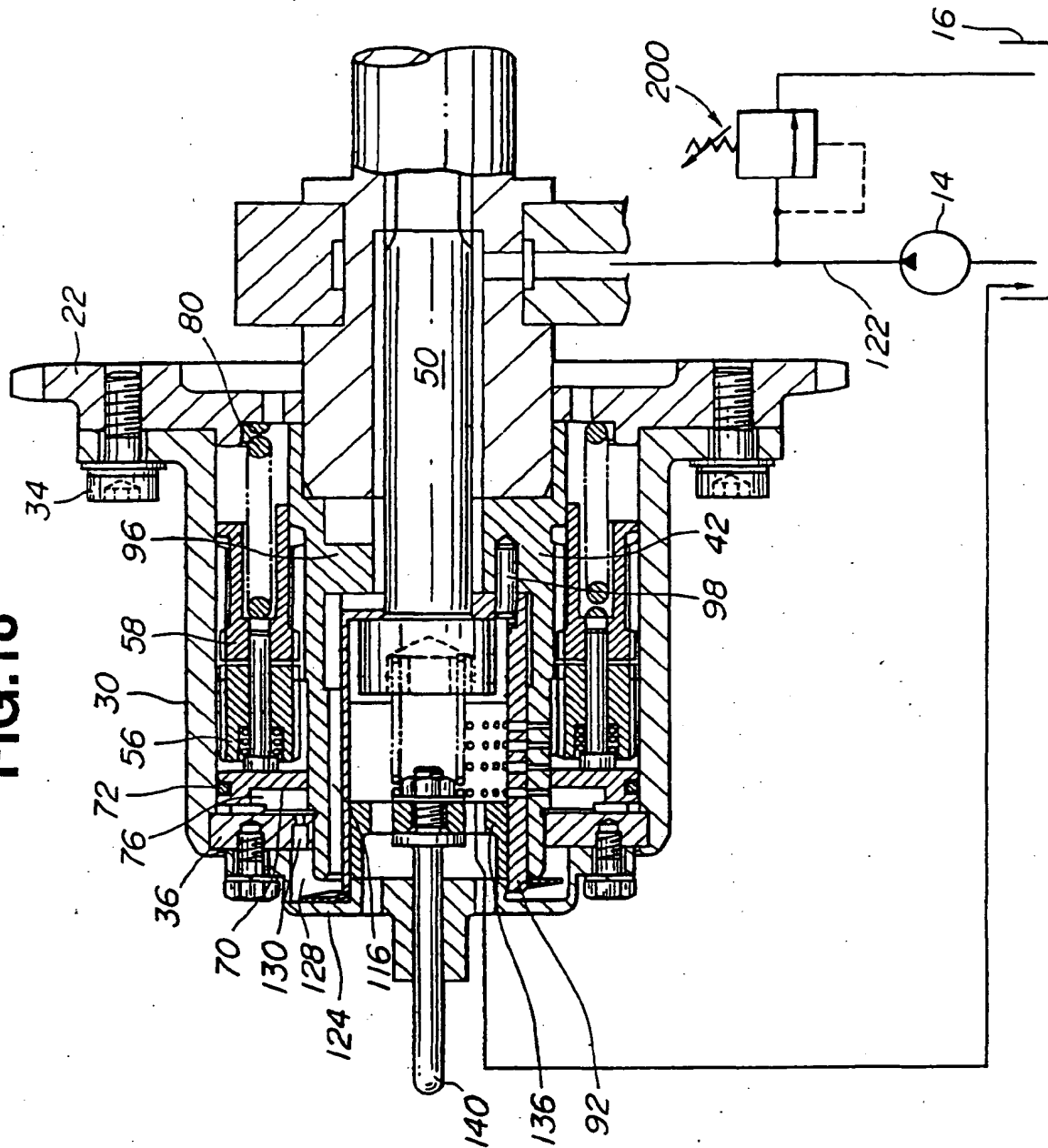
FIG.17



18.05.98

15/25

FIG.18





18.05.98

16/25

FIG.19

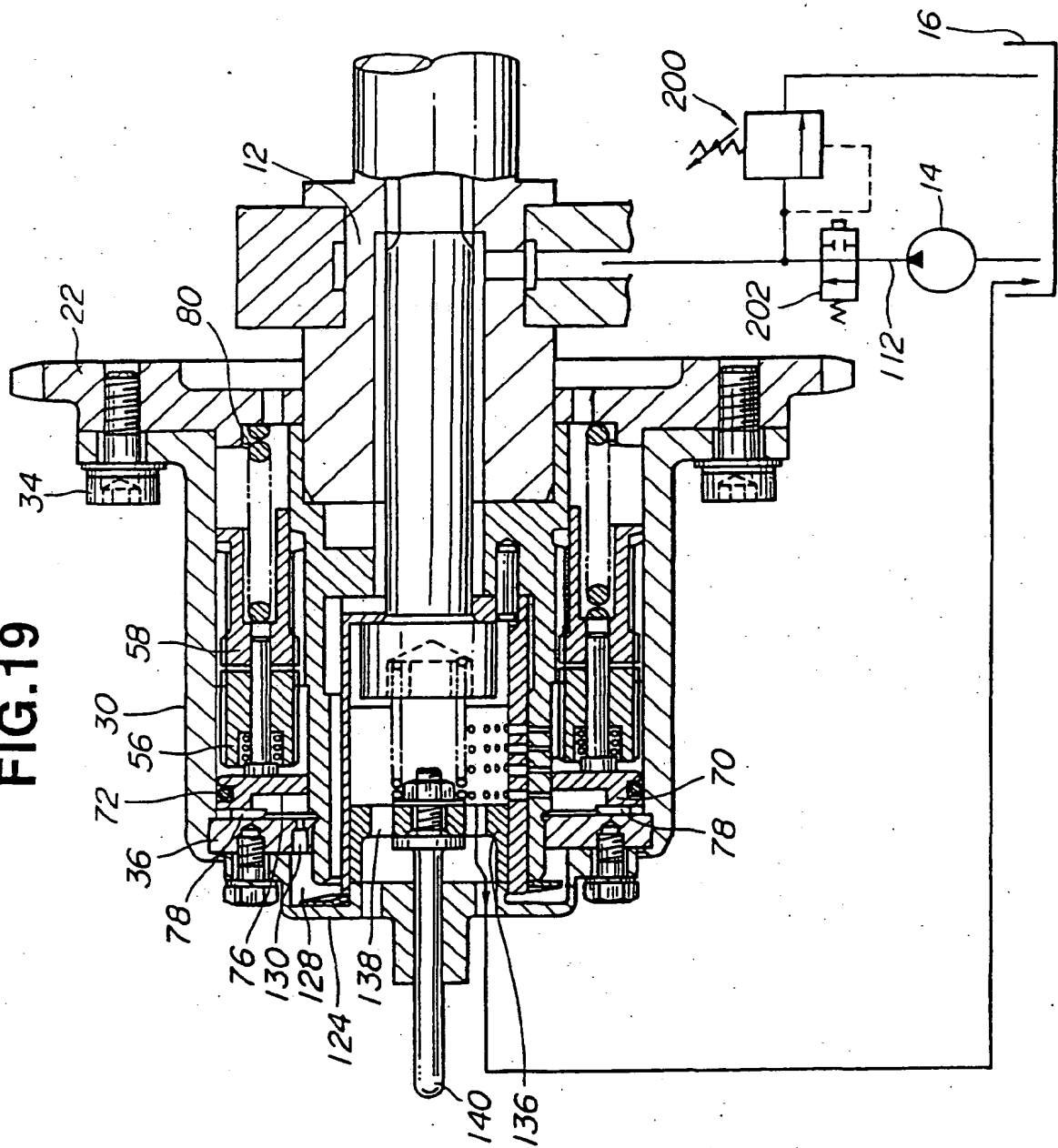
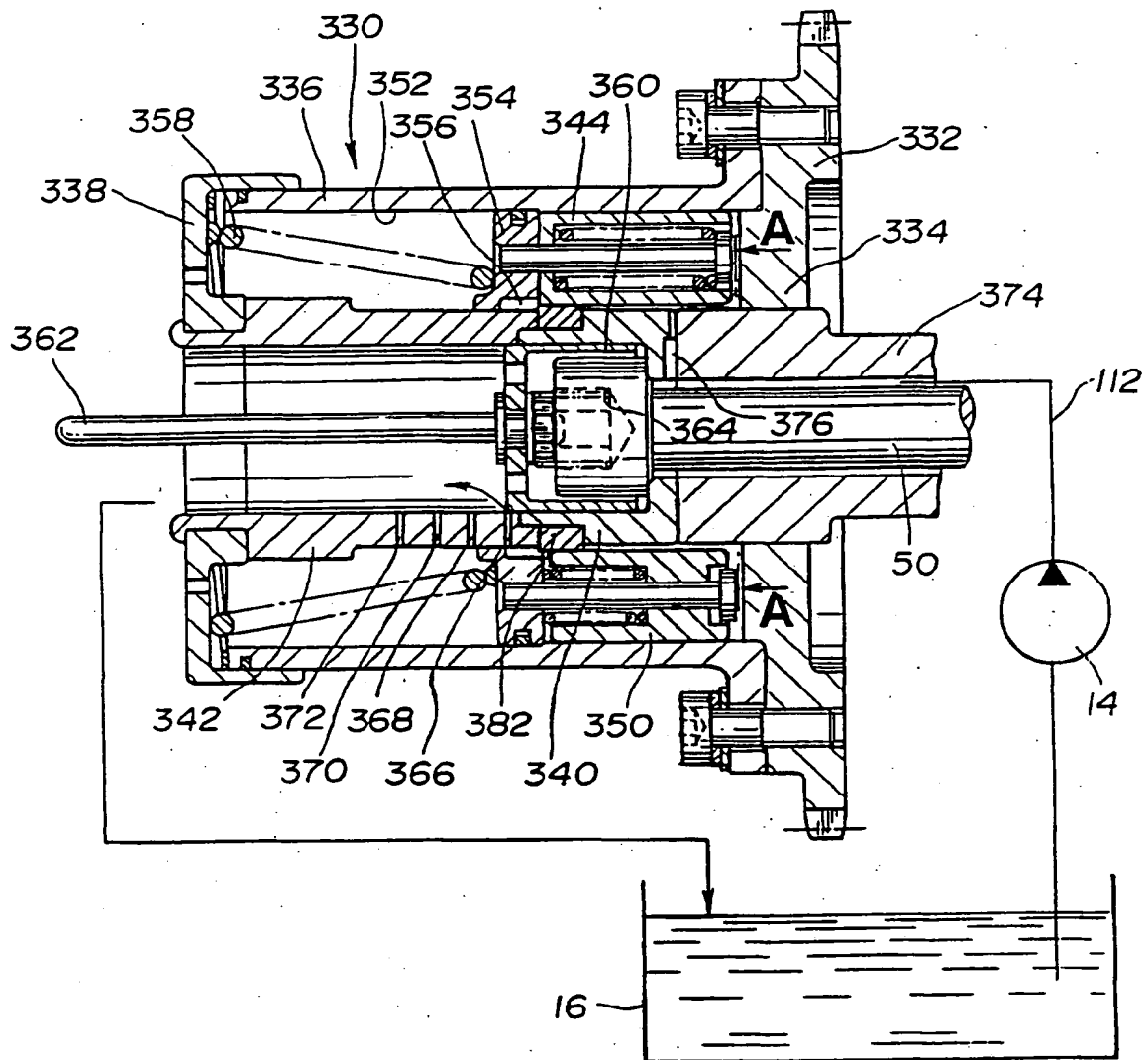




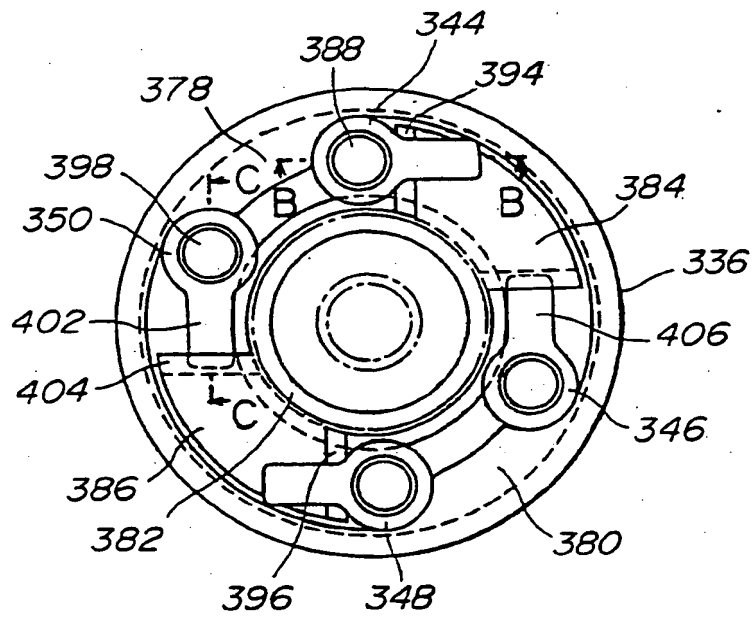
FIG.21



18.05.98

19/25

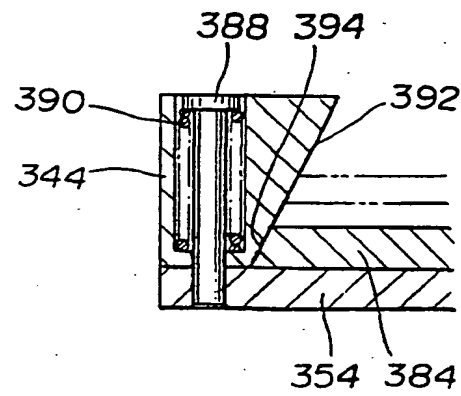
**FIG.22**



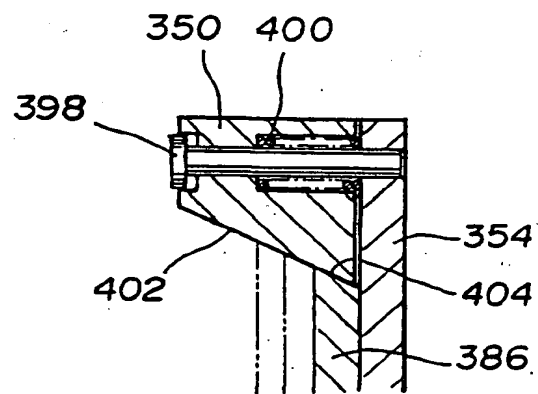
18.05.98

20/25

**FIG.23**



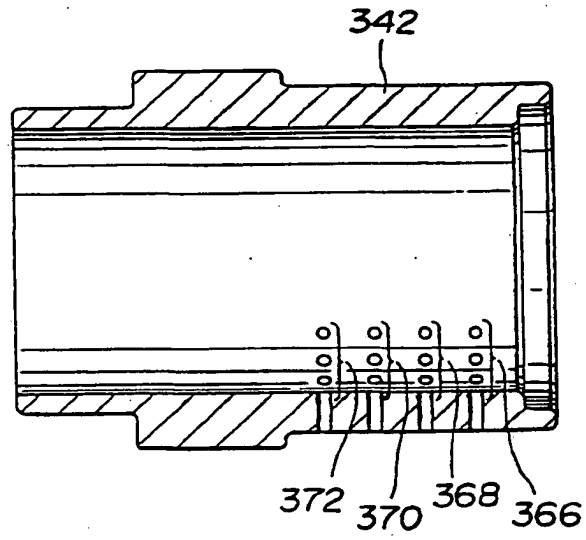
**FIG.24**



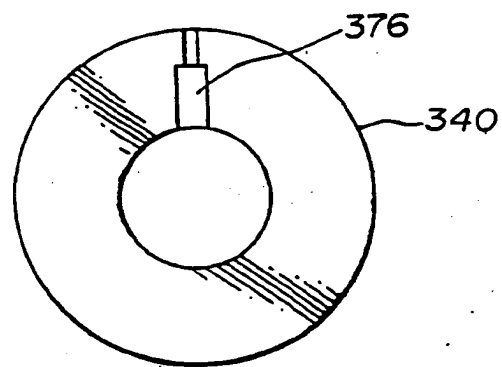
18.05.98

21/25

**FIG.25**



**FIG.26**



18.05.98

22/25

FIG.27

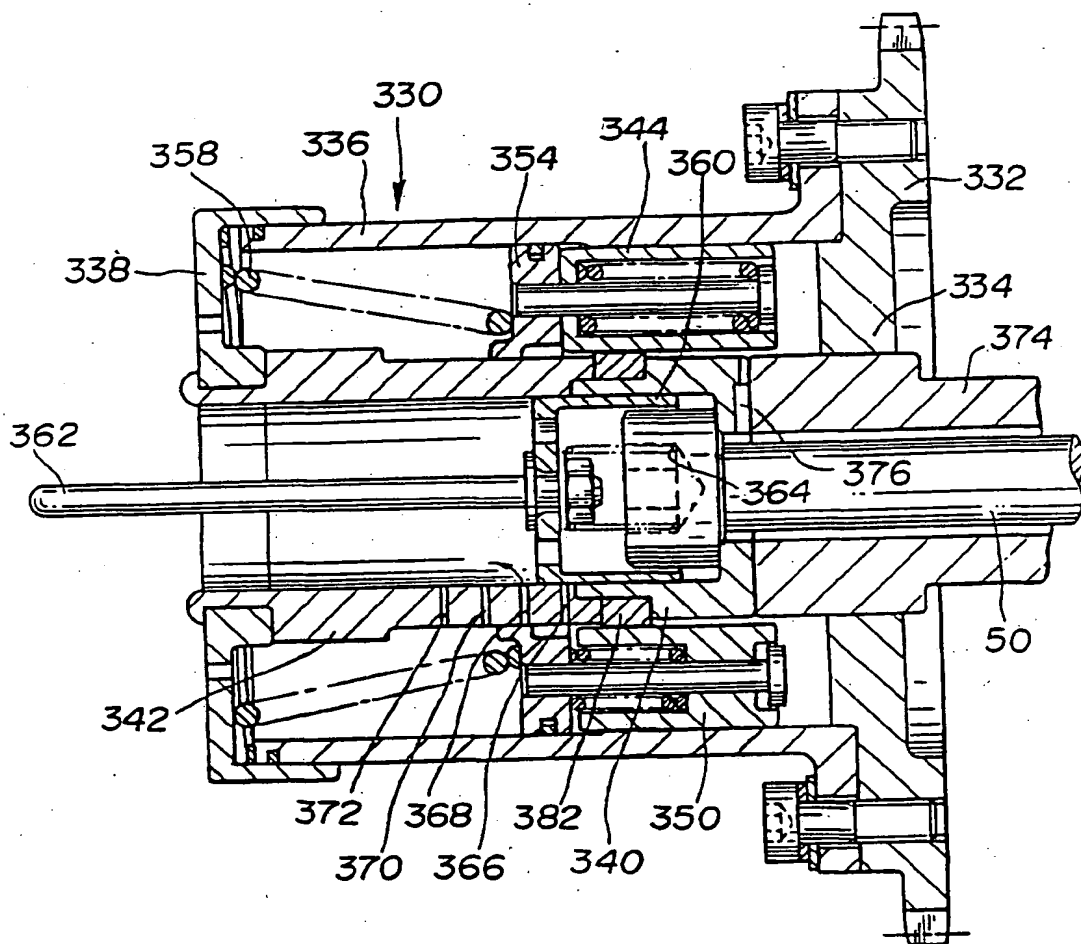
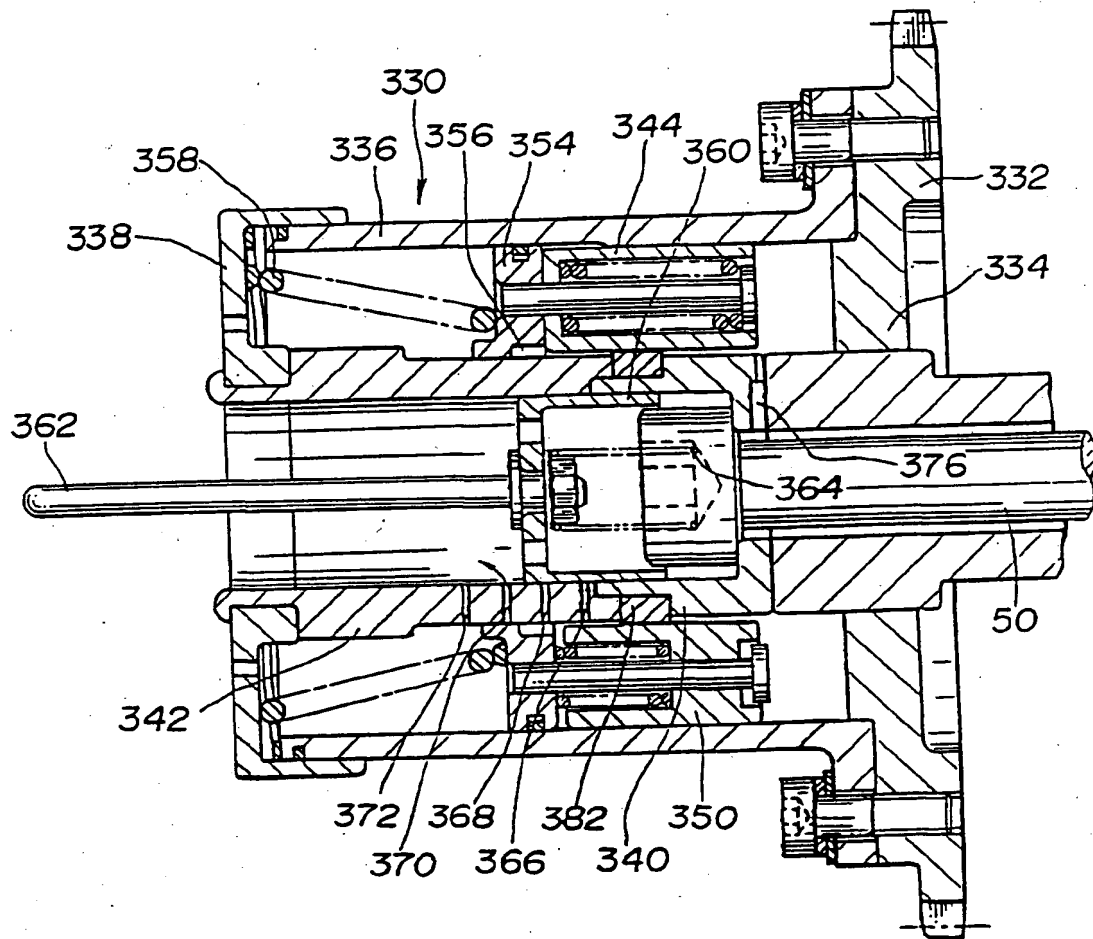


FIG.28

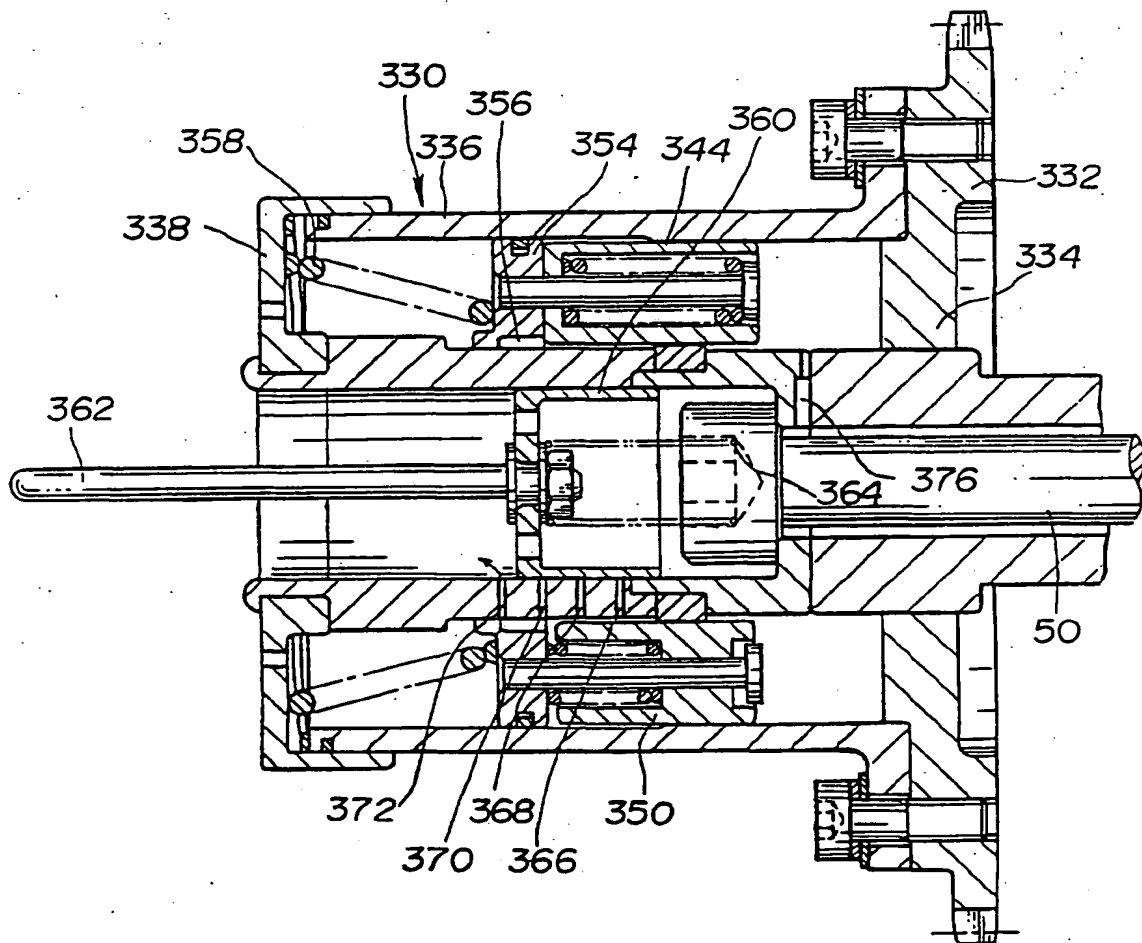




18.05.98

24/25

FIG.29



18.05.98

FIG.30

